Die Natur

der

Landwirthschaft.

Beitrag zu einer

Theorie derselben.

Von

C. Fraas,

ord. Professor der Universität, Direktor der k. Centralthierarzneischule, I. Sekretär des General-Comité des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern ꝛc.

Erster Band.

Grundzüge des landwirthschaftlichen Pflanzenbaues.

Mit Holzschnitten und farbigen Bildern.

München.
Literarisch-artistische Anstalt
der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.
1857.

Die Natur

der

Landwirthschaft.

Beitrag zu einer

Theorie derselben.

Von

C. Fraas,

ord. Professor der Universität, Direktor der k. Centralthierarzneischule, I. Sekretär des General-Comité des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern ꝛc.

Erster Band.

Grundzüge des landwirthschaftlichen Pflanzenbaues.

Mit Holzschnitten und farbigen Bildern.

München.

Literarisch-artistische Anstalt

der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.

1857.

Grundzüge

des landwirthschaftlichen

Pflanzenbaues

nach den

Ergebnissen der Naturforschung

wissenschaftlich geordnet

von

C. Fraas,

ord. Professor der Universität, Direktor der k. Centralthierarzneischule, I. Sekretär des General-Comité des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern 2c.

Mit Holzschnitten und farbigen Bildern.

München.

Literarisch-artistische Anstalt

der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.

1857.

Buchdruckerei der J. G. Cotta'schen Buchhandlung in Stuttgart und Augsburg.

Vorwort.

Die Landwirthe der alten empirischen Schule sowohl wie die Schüler der rationellen Reformatoren Thaer und Schwerz haben mit einigem Befremden seit zwei Dezennien gesehen, wie die größten Kräfte der naturwissenschaftlichen Forschung sich plötzlich auf ihr Gebiet warfen und dasselbe theils im Interesse ihrer Aufgaben überhaupt, theils zum Nutzen des Ackerbaues insbesondere, auszubeuten suchten.

Rasch wurde die Einsicht gewonnen, daß die Landwirthschaft die Mitwirkung der Wissenschaft brauche, wenn sie den andern Erwerbskategorien ebenbürtig fortschreiten wolle; es ist nur ein kleiner Schritt weiter, und man strebt die Ausbildung einer landwirthschaftlichen Naturforschung an sich an. Man stellt Versuche an, nicht um einen Proceß zu verbessern, oder ein Mittel zur Verbesserung zu entdecken, sondern um die Vorgänge zu erforschen. (J. v. Liebig in seinem Gutachten über landwirthschaftliche Versuchsstationen.)

Die landwirthschaftliche Naturforschung geht genau wie jede Naturforschung überhaupt vor sich, sie wählt nur ein anderes Gebiet, auf dem sie arbeitet. Dieses aber übertrifft an Größe jede andere Art Grundlagen, die sich die Naturforschung zum Experiment schafft. Es kommt darauf an, dasselbe nach den Fortschritten der Naturwissenschaft wirklich zu benützen. Der Landwirth muß experimentiren lernen, um die Ergebnisse seiner Art Naturforschung verstehen zu können, und es ist nicht zu bezweifeln, daß er dieß eben

so gut können muß, wie jeder der im Gebiet wild vorkommender Pflanzen oder Thiere, im Mineralreich und den in allen herrschenden Kräften forscht.

Es kommt darauf an, die Landwirthschaft gleich jeder andern naturwissenschaftlichen Doktrin selbstständig forschend vorgehen zu lassen und nicht blos Resultate von den anderen verwandten Zweigen der Naturforschung zu nehmen, sondern auch zu geben, und es ist dabei ganz gleichgültig, ob diese Resultate für die Praxis brauchbar sind, oder nur der reinen Wissenschaft dienen, — sie sind Mittel zum Fortschritt oder er selber.

Der praktische Landwirth muß zu dieser Selbstständigkeit in seiner Naturforschung gebracht werden, wenn er die Resultate des ganzen großen Gebietes der Naturforschung überhaupt verstehen und benützen lernen will. Er wird dadurch der Naturforschung, in welcher er sein Leben zubringt, gewachsen und selbst wissenschaftliche Grundsätze festzustellen befähigt werden, und einen Versuch, hiezu zu gelangen, soll das Buch bieten, das ich dem Leser übergebe, welcher in der Landwirthschaft noch mehr zu sehen wünscht, als das Gewerbe, aus der künstlichen Pflanzen- und Thierproduktion den höchsten Gewinn andauernd zu ziehen.

München, im April 1857.

Der Verfasser.

Inhalt.

I. Der Boden.

A. Die Verwitterung.

B. Die Anschwemmung.

C. Die Bodenarten.

I. Familie: Kiesel.

Seite

IV. Anhang.

II. Pflanzennahrung.

A. Im natürlichen Zustande.

Anhang.

B. Im künstlichen Zustande.

I. Dünger.

II. Mist.

I.

Der Boden.

A. Die Verwitterung.

§. 1.

Die Elemente oder Urstoffe.

Die Alten sagten bald, es gebe vier Urstoffe, aus denen Alles gemacht sey, Erde, Luft, Wasser und Feuer, bald war Eines allein schon hinreichend dazu, vorab das Wasser. Die Neuen sagen, alle Materie, welche durch Sinne wahrgenommen werden könne, lasse sich auf 62 Elemente zurückführen und setzen bei: „was sich nicht ferner zerlegen lasse, sey ein einfacher Körper, oder ein Urstoff, ein Element.“ Ueber Licht, Wärme, Elektricität und Magnetismus sind sie in manchem Zweifel befangen und behandeln sie im Gegensatz zu den andern 62 als unwägbare Körper. Gewiß aber ist, daß das Feuer aus bloß brennenden Gasen besteht, nur eine Erscheinung ist, daß das Wasser ebenfalls aus Gasen besteht, aus zwei chemisch verbundenen, die dabei ihre Eigenschaft, Gase zu seyn, eingebüßt haben (Sauerstoff und Wasserstoff), daß die Luft gleichfalls nur aus zwei Gasen gemischt besteht, die aber ihre Eigenschaften behalten haben (Sauerstoff und Stickstoff, denen etwas Kohlensäure, sehr wenig Ammoniakgas, am wenigsten Phosphor- oder Schwefelwasserstoffgas, aber ziemlich viel Wasserdunst beigemischt ist). Obgleich nun die Luft die Erde umgibt und überall in sie eindringt, das Wasser den größten Theil der Erdoberfläche ausmacht und sie gleichfalls überall durchdringt, ohne Feuer endlich, die Wärme zunächst damit in Verbindung gebracht, nichts leben kann, so haben wir es doch erst in

zweiter Reihe mit ihnen zu thun, wenn es sich nämlich von den mit Hülfe derselben lebenden organischen Körpern, den Pflanzen und Thieren handelt, hier aber ist's „Erde“ vor Allem, was uns beschäftigt.

Die neueste Forschung fand mehr als $^3/_4$ ihrer sämmtlichen Elemente darin, ihre Leicht- und Schwermetalle, die festen Metalloide dazu noch. Den Bodenkundigen kümmern aber nicht alle gleich sehr.

§. 2.

Der Boden.

„Erde“ nennt man im weitesten Sinn die Erdoberfläche und zwar im krümlichen Zustande. Sie ist dann mit Boden gleichbedeutend. Die Erde ist der ganze Planet, Erden sind Verbindungen von Sauerstoff mit Erdmetallen (Kalkerde = Calciumoxyd, Thonerde = Aluminiumoxyd, Talkerde = Magniumoxyd 2c.). Metallaschen oder Oxyde sind Verbindungen von Sauerstoff mit Metallen (Eisenrost = Eisenoxyd). Aber die Erden findet man im Boden nicht rein, sondern gemischt mit Metallaschen sehr verschiedener Art.

Die krümliche Erdoberfläche, also der Boden ganz vorzugsweise, ist aber aus der fest zusammenhängenden, aus Felsen, krystallinischen oder geschichteten, entstanden, bedeckt diese nur sehr leicht, oft gar nicht. Böden entstehen durch Verwitterung des Gesteines, auf welchem sie lagern, durch Verwitterung einer abgesetzten Formation, früher Diluvium, jetzt erratisches Tertiärgebilde genannt. Endlich entsteht die Ackerkrume noch durch Alluvialgebilde neuester Zeit. Die Erdoberfläche als Boden ist nur eine gegen den Inhalt des Erdplaneten verschwindend kleine Schichte, eine dünne Haut gleichsam, um eine Kugel gezogen. In der Kugel selbst lagern die Gesteinsschichten als Gebirgsarten, und auch davon kennen wir nur einen sehr kleinen Theil der Erdoberfläche.

Ursprünglich war die feste Erdmasse krystallinisch, felsig, fest, es gab keinen Boden im Sinne der Landwirthschaft. Durch Einwirkung von Luft und Wasser vorerst, dann der allmählig entstandenen Thiere und Pflanzen begann die Verwitterung der krystallinisch festen Massen und es bildeten sich geschichtete Gesteinslagen (z. B. Kalk in vielen Variationen) und krümliche Ablagerungen, d. h. Boden, Lehm-, Thon-, Sand- und Mergel-

boden. Das Wasser schwemmte diese Ablagerungen verschieden an oder sie bildeten sich auch an Ort und Stelle ihrer Bildungsstätte bleibend. In letzterem Falle findet man ihre Ahnen daselbst. Da nun diese Verwitterung seit je stattfand und noch immer vor sich geht, alle krystallinischen Gesteine, sehr wenige nur bis zum unmeßbaren, ihr unterliegen, so müßten in den ungeheuren Zeiträumen, welche sie dauerten, die Berge ziemlich geebnet seyn, was nicht der Fall ist. Die großen Unebenheiten der Erde rühren aber noch von der Wirkung einer dritten Ursache her, vom Feuer nämlich, welches im Innern der Erde glühend, wie jetzt noch an einzelnen feuerspeienden Bergen, so vordem großartige Erhebungen ganzer Gebirge mit viel größerer Macht bewirkte.

Wie die Erde nur allmählig ihre jetzige Gestalt durch endlose Veränderungen erhalten hat, so auch das Thier- und Pflanzenreich seine Mannigfaltigkeit, nur daß die früheren, gewaltigeren Einflüsse auf das Klima auch mehr großartige Erfolge hatten.

Aus der Geschichte der Veränderungen der Erdoberfläche hat aber die Landwirthschaft zwei in ihren Betrieb stark übergreifende Momente herauszuheben und näher zu erörtern; das ist: 1) die Verwitterung und 2) die Alluvion.

§. 3.

Seine Entstehung durch Verwitterung.

Der Wechsel zwischen Wärme und Kälte, d. h. die Temperaturextreme, dann der Sauerstoff der Atmosphäre, das Wasser mit Ammoniak und Kohlensäure, Luft und Wasser durch Druck und Bewegung, insbesondere auch die Aktion verwesender und selbst lebender organischer Körper bewirken jene allmählige Lösung des Verbandes der Mineralien, die man Verwitterung nennt, deren Vorgang ein zweifacher, ein mechanischer und chemischer ist, begreiflich beide im Wesen sich bedingend.

Wenn der Erstere vor Allem bloß mechanisch löst, die Theilchen trennt und dadurch erst eine volle Wirkung der Angreifenden ermöglicht, so ist es zunächst der Sauerstoff, der Allverzehrer, der durch Bildung von löslichen Oxyden, durch Ueberführung der Oxydule in Oxyde (z. B. Eisen- oder Manganoxydul) neue Verbindungen veranlaßt. Diese fordern andere Raumverhältnisse, weil sie andere

Formen annehmen, dadurch lockert sich der Zusammenhang der alten Zustände und die lösenden Kräfte brechen in die zwieträchtige Familie. Noch leichter geht dieß von Statten, wenn das Wasser schon, wie beim Feldspath, löslich wirkt; so hierdurch Bildung von löslichen Alkalisilikaten; Alkalien und alkalische Erden nimmt die Kohlensäure auf sich und kohlensäurehaltiges Wasser löst kohlensauren Kalk, der, wenn sich die Kohlensäure verflüchtigt, auch wieder unlöslich aus dem Wasser niederfällt, wie Jedermann bei der Bildung des Kesselsteines oder des Kalksinters sehen kann. Selbst den Silikaten, den sonst so schwer löslichen, kann die Kohlensäure in langdauerndem Angriff ankommen, und kohlensaure Kalikieselerde, wie Kieselerde selbst, in überschüssigem Wasser etwas löslich, ist die in Wasser lösliche Form, (ob auch als kieselsaures Ammoniak?) unter welcher gewöhnlich der Kiesel in die Pflanze, vorzüglich in die Gräser einzieht.

In viel größerer Ausdehnung wirkt die verschiedene Ausdehnung der festen Körper durch Einfluß der Wärme. So nicht bloß durch die Verschiedenheit der gemengten Gesteinsarten, sondern auch durch die Ungleichheit nach der Fortpflanzung in die Tiefe.

In die so entstehenden Risse und Sprünge sinkt Meteorwasser, das selbst durch Frost wieder zersprengend wirkt.

Für die Verwitterung ist die Vertheilung in kleinste Theile Grundbedingung und die Porosität der Gesteine ist ihre Vorbedingung. Verglaste Gesteine (z. B. Obsidian) für sich verwittern nicht, sie lösen sich höchstens. Ihnen zunächst sind am schwersten zugänglich Kiesel, Schiefer und Thon.

Der größte Theil aller die Erdkruste bildenden Gebirgsformationen ist Gemenge verschiedener Mineralkörper.

Darunter sind die krystallinischen (Granit, Trachyt, Porphyre) am meisten porös; sie lassen Wasser durchsickern, daß es sich in Tropfen auf der untern Fläche sammelt. Auch Basalt, ein feinkörniges, krystallinisches Gestein, ist porös und das da und dort bemerkbare Brausen der Kohlensäure solcher kalkfreien Gesteine bei Behandlung mit Salzsäure und die Bischof'schen Experimente durch Einpressen beweisen, wie die Verwitterung durch Wassereindringung selbst dieß zur Genüge.

Fehlt die Porosität, so fehlt doch nicht der Angriff der Gesteine

durch Flechten und Moose, deren Hygroscopicität und Kohlensäure-absorption von außen wirkt.

Der Verkleinerungsproceß ist somit der mächtigste Hebel der Verwitterung. Dahin gehören schon die noch jetzt entstehenden sogenannten Schutthalden und die gewaltigen Trümmergesteine, welche gegen die Quellen und Flüsse der Gebirge sich absenkend die Grundmasse ihrer Geröllsteine bilden.

Denke man sich das Wasser entfernt, so wird man enorme Ströme und Seen solcher Gesteinsmassen finden, deren Durcheinander- und Vorwärtsrollen, wenn die Wasser darüber wegströmen, Veranlassung zur Bildung gewaltiger Alluvialmassen wird.

Schon der Regen selbst hilft zur Verkleinerung, die chemische Action des Wassers vollendet das Uebrige. Welche gewaltige Schluchten und Risse das Regenwasser auszuhöhlen im Stande ist, zeigen die Rheumata der Griechen, die Horr's der Araber. In den Ländern mit gewaltigeren, weil periodischen Regengüssen sind zahllose Spuren dieser bloßlegenden, abschwemmenden, aufreißenden und zerreißenden Gewalt derselben zu sehen. Wo dann die Stoßkraft des Wassers nachläßt, da entstehen aus den Fluthen desselben die Niederschläge der feinvertheilten Erdmassen, der Kiesel-, Thon-, Kalk- und Mergelschlammschichten des neuesten Alluvium, die auch oft wieder aufgewühlt und weiter fortgetragen werden, mit den Bestandtheilen anderer Zuflüsse sich mischend und so endlich, fern von ihrem Ursprungsorte chemische Zersetzung und Neubildung eingehend und fruchtbare, schwer zu erschöpfende Marschböden und Delta's an der Mündung großer Ströme ins Meer bildend.

Wenn der Fluß in seinem Oberlaufe mehr Gesteinsmassen aufnimmt, als er absetzt, so ist das im Mittellaufe dahin abgeändert, daß er nunmehr bei geringerem Gefälle und mehr gleichförmiger Bewegung höchstens noch mühsam das Mitgebrachte weiter fördert und durch Abreiben in Sand und Schlamm verwandelt, was gegen die Mündung zu im Unterlaufe allmählig in bloßem Absetzen, Verschlammen u. s. w. endigt. [1]

[1] Ein weiteres Moment bei der Zersetzung der Gesteine liegt in der Absorption von Wasser durch die Mineralien. Durocher, (Compt. rend. XXXVI. 870.) fand, daß der Orthoklas nach verschiedenen Fundorten in vier Jahren $\frac{3-19}{10,000}$

Es ist auffallend, wie so gar wenige Versuche zur Ermittlung der durch Verwitterung alljährlich frei werdenden, löslichen Verbindungen der Ackerkrume gemacht wurden, nachdem doch die ganze Lehre von der Bedeutung der Mineralsubstanzen in der Pflanzenernährung zuletzt hier ihre praktische Entscheidung erhält. Es kommt darauf an zu wissen, welche und wie viele Salze alljährlich aus einem bestimmten Ackerboden frei werden, zu welcher Zeit und in welchem Grad der Löslichkeit, um dann die Frage der Nothwendigkeit ihrer Zufuhr darnach entscheiden zu können.[1]

(0,0003 – 0,0019), Glimmer an 0,0038, Feldspathe 0,0004 – 0,0010 bei 15 bis 100° Wärme entweichendes Wasser absorbirten, bis zur Rothglühhitze wurden aber selbst 0,0266 vom Glimmer absorbirte hygroskopische Quantitäten ausgetrieben. Feuersteine verwittern durch Wegführung der Kieselerde, Aufnahme von Wasser (Zunahme des Alkaligehaltes des Verwitterungsprodukts. Liebig und Kopp, Jahresb. d. Ch. P. 1853. II. S. 928.). Die Versuche von den beiden Rogers (mitgetheilt in Bischof Geol. S. 978.) beweisen, daß nicht bloß kohlensäurehaltiges, sondern auch ganz reines Wasser (destillirtes) im Stande ist, eine große Zahl von Mineralien, feingepulvert, in der Art zu lösen, daß oft selbst in einer wochenlangen Digestion hinreichend Material für eine quantitative Analyse gewonnen wurde. Wir lassen einige Verwitterungsbestimmungen, von uns angestellt, folgen.

1) Kohlensaurer Kalk (Geröllstein vom Isarkies)	wog	16,819	Mgr.	verlor	in	zwei	Jahren	0,022 Mgr.
2) Porphyr	„	25,710	„	„	„	„	„	0,220 „
3) Thonschiefer	„	8,350	„	„	„	„	„	0,016 „
4) Gyps	„	19,373	„	„	„	„	„	6,613 „
5) Basalt	„	21,318	„	„	„	„	„	0,106 „
6) Glimmerschiefer	„	6,447	„	„	„	„	„	0,613 „

Von einem Isargeröllstein löste sich in 24 Stunden im Schneewasser nichts. Gepulvert löste sich von 14,605 Mgr. 13 Mgr.

[1] Aus 30 neuern Bodenanalysen fand Stöckhard folgende Schwankungen zwischen den wichtigsten Pflanzennährmitteln, die reiche Böden im Durchschnitt enthalten:

Ein preuß. Morgen bei 6 Zoll Tiefe.	Maximum.	Minimum.	Mittelreicher Bodenarten.
Stickstoff	6,000	100	1,600 Pfd.
Phosphorsäure	8,000	100	1,700 „
Kali überhaupt	36,000	1000	15,000 „
Lösliches Kali	10,000	500	2,400 „
Kalk und Talkerde	100,000	600	20,000 „

Jethro Tull lehrte bekanntlich, daß fein gepulverter Ackerboden Pflanzennahrung sey und gründete auf diese falsche Voraussetzung die horshoeing husbandry, das Drillsystem, die Methode des Felgens und Brachens der Reihenfrüchte, die sich als sehr vortheilhaft in der Praxis des größten Ansehens erfreut. Der Grund liegt offenbar in der durch mechanische Verkleinerung erzielten größeren Fähigkeit der Ackerkrume zu verwittern und den physischen Einflüssen sich zu öffnen, in der Aenderung der physikalischen und chemischen Verhältnisse überhaupt. Dennoch besitzen wir über die Fähigkeit einzelner Felsarten, unter den gewöhnlichen Natureinflüssen zu verwittern, nur vage Angaben, überdieß nur auf theoretische Annahmen gestützt, und die Verwitterung in einer der Statik des Pflanzenwachsthums entsprechenden Weise zu fördern, was einer theilweisen Düngung gleichkäme, besitzen wir außer dem Brennen, Kalken, Mergeln ꝛc. gar nichts, es müßte denn die ganze Bodenbearbeitung hieher gezogen werden, was im Allgemeinen wohl, nicht aber im Besonderen begründet wäre.

Die kohlensauren Kalke und Talke verwittern rein sehr schwer. Der Marmor bekanntlich so wenig, daß die daraus bestehenden allen Witterungsverhältnissen ausgesetzten Säulen z. B. des Jupitertempels zu Athen noch heutzutage scharfe Kanten zeigen, wenn sie auch vielfach mit kleingelben Krustenflechten bedeckt sind. Der im Kern großentheils aus feinkörnigem Marmorfels bestehende Pentelikon zeigt keine Kalkdecke für seine Vegetation und nur das durchsickernde Wasser, das sehr reich an Kohlensäure ist, bildet auch in den Höhlen des Marmorfelses seine Stalaktiten. Anders ists indessen mit unreinen Kalken und insbesondere verschieden je nach dem Klima und der Jahreszeit.

Wohl finden sich die nicht unter dem Einflusse der Klimate entstandenen Formationen über die ganze Erde gleichförmig verbreitet, allüberall Granit, Gneis, Porphyr, Basalte, Kreide, Molasse ꝛc., aber jetzt übt doch das Klima zur Rückbildung des Entstandenen seinen Einfluß.

Der graue Alpenkalkstein des nördlichen Alpenrandes verwittert sehr spärlich, rascher schon, wenn als Gerölle vorkommend und mit Mergeln und Thonsilikaten versetzt. Ganz anders verhält er sich auf der südöstlichen Halbinsel Europas, wo von den

nackten Felswänden und Schutthalden in den ersten Regengüssen des Herbstes große Massen weißen Schlammes, im dadurch weißgetrübten Wasser suspendirt, hinweg und auf die vom heißen Sommer vorher versengten thonhaltigen Niederungen befruchtend gespült werden.

Die größere Fruchtbarkeit des Bodens in warmen und heißen Ländern ohne jegliche oder jedenfalls mit nur sehr zufälliger und spärlicher Düngung rührt offenbar von der größeren Verwitterungsfähigkeit der Felsarten und ihres mineralischen Produktes, des Bodens, her.

Wenn den Kalken Silikate beigemengt sind, verwittern sie rascher; ob dieß aber durch Einsaugung von Wasser ihrerseits bewirkt werde, wie angegeben wird, muß ich bezweifeln, da mir der Nachweis nicht gelang. Soviel ist aber gewiß, daß der Kalk selbst im Verwitterungsprodukt nicht so vertreten ist, als er der Entstehung nach seyn sollte. Es wird nämlich von kohlensaurem Kalk viel in kohlensäurehaltigen Schnee- oder Regenwasser aufgelöst und weggeführt, so daß zuletzt in der Regel Mergelboden zurückbleibt. Dasselbe ist der Fall mit den übrigens noch schwerer verwitternden Talkverbindungen, z. B. den Dolomiten.

Mergel und Thonschiefer verwittern mehr durch rasches Auseinanderfallen und Abblättern, mechanische Zerbröckelung. Auch Glimmerschiefer gehört hieher.

Am besten widerstehen reine Kieselverbindungen, Kieselerde, der Verwitterung, und nur das Bindemittel der krystallinischen Quarzstückchen gibt oft leichter den äußern Einflüssen nach, wie namentlich wenn dieses thonig oder mergelig ist. Dasselbe gilt von Conglomeraten und Breccien, wo dann noch das Verhalten des Muttergesteins berücksichtigt werden muß. Sehr rasch verwittern die Massengesteine, wie Granit, Gneis, Porphyre ꝛc. Ein großartiges Beispiel tiefgehender Zersetzung liefert auch die weitverbreitete Lateritformation in Ceylon und Indien, die Aehnlichkeit mit manchen unserer Lößbildungen hat. Der Laterit ist verhärteter röthlicher Thon, der Gerölle oder Krystalle von Quarz enthält und als ein Produkt der Zersetzung von hornblendehaltigem Granit oder Gneis angesehen wird (nach Anderen aber vulkanischen Ursprungs seyn soll).

Namentlich größerer Reichthum an Feldspath befördert die Verwitterung sehr. Zuerst mechanische Zerbröckelung, oft Bildung tiefen Schuttes von Grus (Granit, Granulit, Gneis); Hornblende und Augit verzögern sehr die Verwitterung der Grünsteine, aber ihr Produkt, einmal entstanden, ist ein der Vegetation sehr günstiges.

Porphyre werden bald als schwer, bald als leicht verwitternd angesehen. Jedenfalls ist ihre Verschiedenheit zu groß, um engbegränzte Behauptungen zu erlauben. Sie geben fruchtbare Thonböden. Noch leichter verwittern vulkanische Gesteine, Basalt, Diorit, Trachyt und bilden sehr fruchtbare Thonböden. Nach Untersuchungen verlor fester Basalt durch Verwitterung

an Thonerde	nichts
„ Eisenoxyd	$1/40$
„ Kieselerde	$1/5$
„ Kalkerden	$1/3$
„ Alkalien (Kali-Natron) . .	$2/3$

Als leitend für diese Verhältnisse wird angenommen, daß die für uns bedeutendsten Bestandtheile der krystallinischen Gesteine, Feldspath, Glimmer, Quarz, Augit und Hornblende sich so verhalten. In den beiden ersten ist, wie schon gesagt, das lösliche Kali der Angriffspunkt der Verwitterung, in den beiden letztern das (sie färbende) Eisenoxydul, der Quarz unterliegt keinem, oder fast keinem. Er ist der chemisch indifferente, aber mechanisch größte Ausgleicher, die wichtigste Handhabe für Aenderung tellurischer Zustände, „der Widerstände,“ „der physikalischen Eigenschaften.“ Und deßhalb auch bieten Quarzböden die Grundlage zu den fruchtbarsten Gartenanlagen, den fruchtbarsten Flächen.

Die große Familie der Feldspathe zerfällt in der Regel durch Bildung von löslichem kieselsauren Kali und unlöslicher kieselsaurer Thonerde. Zugemengt sind ihnen oft Kalk, fast immer Sand und noch öfter Eisen und andere Metalloxyde. Unsere gelben Thone sind häufig nichts als Granite, deren Feldspath in Kaolin verwandelt, deren Glimmer unzerstört geblieben ist, deren Quarz aber als Sand in denselben vorkommt.

Der Feldspath ist eines der gewöhnlichsten Gemengtheile der

krystallinischen Massengesteine unserer Erdoberfläche und besteht aus kieselsaurer Thonerde und einem kieselsauren Alkali (Kali, Natron, Kalk). Fast überall gaben Alkalien und alkalische Erden als Bestandtheile der Gebirgsarten den Anstoß zur Verwitterung, zur Bildung der Ackererde, und je reicher daran die Gesteine, um so rascher bildet sie sich, aber auch um so leichter verarmt sie daran, obgleich in dem Untergrunde und den letzten Partikeln des Bodens selbst noch Material in Fülle, unberechenbar für den weiteren Bedarf, vorhanden ist. Schon gewöhnliches, noch mehr kohlensäurereiches Wasser löst die kieselsauren Alkalien, die sich dann theilweise in kohlensaure umsetzen; die kieselsaure Thonerde wird dabei auch wasserhaltig (Porzellanerde). Aber die Feldspathe sind Gemengtheile und neben ihnen finden sich andere krystallinische verwitternde Mineralien und die aus beiden gemischten Zersetzungsprodukte liefern dann Thon-, Lehm-, Sand-, Mergel, und nach Umständen selbst Kalklager der Erdoberfläche. Soviel auch von den löslichen Theilen fortgeführt ist, so finden sich deren doch noch in jedem Thon- und Lehmboden, denn diese sind nicht schon das bloße Produkt der verwitterten Feldspathe oder Glimmergesteine, sondern letztere selbst sind noch theilweise in den kleinsten Partikeln vorhanden und immer neuer Gegenstand der Verwitterung, und zugleich der Lösung. Es ist unmöglich für unsere Zeitperioden zu sagen, wann dieses ein Ende haben werde.

Mineralien der letzten Umwandlungsprocesse sind keiner weiteren Umwandlung mehr fähig, sie sind eigentlich erst constante, oryctognostische Species, aber auch das ist nicht streng richtig. Solche sind Oxyde und Oxydhydrate, die sich nicht höher oxydiren können (z. B. Quarz, Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat), Carbonate, deren Basen keiner höheren Oxydation fähig sind (kohlensaure Erden und kohlensaure Metalloxyde, Kalk, Dolomit) und den Atmosphärilien widerstehende Silikate (Glimmer, Serpentin, Talk, Thon).

Den endlosen Gang der Verwitterung und Lösung zu erforschen, so wie ihn die Landwirthschaft zu kennen braucht, deren Lehre vom Pflanzenbau darin ihr oberstes Axiom findet, dazu dienen zunächst Bodenanalysen. Was wir dagegen zu erinnern haben, ist anderwärts vorgetragen.

§. 4.

Schlüsse aus der Lehre von der Verwitterung.

1) Je mehr der Boden dem Wechsel von Wärme und Kälte, Nässe und Trockenheit ausgesetzt wird, um so rascher schreitet in ihm die Verwitterung fort.

2) Die Verwitterung ist begleitet von leichterer Löslichkeit pflanzennährender Stoffe.

3) Bei ständiger hoher Kälte findet nur geringe, bei ständiger hoher Wärme eine größere Verwitterung statt. Ständige Nässe und ständige Trockenheit wirken der ersteren gleich.

4) Mechanische Verkleinerung des Bodens, wie sie durch Bearbeitung desselben bewirkt wird, befördert die Verwitterung und Lösung am meisten, insbesondere wenn sie sich mit der Wirkung des Wechsels von Wärme und Kälte, Nässe und Trockenheit je nach den Jahreszeiten und sonstigen Witterungsphasen geschickt vereinigt. Pflügen vor Winters, Eggen je nach der Bodenart und der Jahreszeit verschieden.

5) Der Einfluß der Gase überhaupt und des Sauerstoffes der Luft insbesondere, dann der Kohlensäure und des Ammoniakgases der Luft zunächst ist von größter Bedeutung für Verwitterung und Lösung. Man öffnet durch die Bodenbearbeitung ihnen auf geeignete Weise den Zutritt.

6) Der Zusatz chemisch wirkender Stoffe (Säuren, Alkalien, Salze) befördert Verwitterung und Lösung der Bodenbestandtheile je nach Auswahl am stärksten, leicht auch zum direkt schädlichen, oder wenigstens verschwenderischen Uebermaße. Der Zusatz organischer, aber in Zersetzung begriffener Stoffe wirkt den ersteren ähnlich, nur schwächer.[1]

7) Die meisten Regeln der Praxis für Lockerung, Krümelung und Wendung des Bodens, also für den größten Theil der Bearbeitung desselben fließen aus diesen Sätzen. Die übrigen gehören

[1] Wenn man sagt, die sich auf Gesteine zuerst ansiedelnden Flechten befördern zwar die Verwitterung, sie selbst leben aber bloß von Luftnahrung, so beweist die Aschenanalyse auch der kleinsten von ihnen das Gegentheil. Auch die zartesten Cryptogamen haben keine größere Unabhängigkeit von den Mineralsubstanzen, als die vollendetsten Phanerogamen.

der Mechanik bei Bedeckung des Düngers, der Samen und Knollen und bei der Ernte u. s. w. an.

Die Brache ist ganz besonders die Verwitterung fördernd, sie ist zunächst „Stadium der Verwitterung."

B. Die Anschwemmung (Alluvion).

Die fruchtbarsten Böden der Erdoberfläche gehören der jüngsten Anschwemmung an. Sie sind es, sobald eine passende Mischung der Bestandtheile dabei stattfindet, sie sind es nur dann nicht unmittelbar, wenn keine solche vorhergeht, sondern etwa bloß Kalkschlamm oder Quarzsand angeschwemmt wird. Obgleich die großen Vortheile der Anschwemmung im Kleinen — z. B. mittelst Ueberfluthung von Wiesen — jedem Landwirthe bekannt sind, so ist diese doch vor unseren Augen noch täglich vor sich gehende und nächst den Eruptionen durch Feuer oder Gasgewalt stärkste Weise der stetigen Umänderung der Erdoberfläche, doch noch als Kulturmittel im Allgemeinen fast gar nicht im Gebrauch. Nur einzelne sehr großartige Beispiele liegen vor und der doch so mächtige Erfolg genügte nicht, die Lehre von der künstlichen Anschwemmung weiter auszubilden und grundsätzlich in die Landwirthschaft einzustellen.

§. 5.

Die künstliche Alluvion.

Wir halten aber dafür, daß die künstliche Alluvion das gewaltigste und gründlichste aller Kulturmittel öder Gründe, Moore und Sümpfe bildet und selbst zur Befruchtung, insbesondere der perennirenden Grasflächen der gemäßigten Zone, das passendste Mittel ist. Indessen aber darf nicht unbeachtet bleiben, daß das Schwemmwasser nicht bloß suspendirte, sondern auch gelöste Bestandtheile enthält und die Theorie der Alluvionen muß hier beide in Betracht ziehen.

Es ist aber schwer zu ermitteln, was Flüsse im gelösten, was im suspendirten Zustande fortführen; denn einmal sollten Durchschnitte selbst mehrerer Jahre, also langwierige Beobachtungen und Analysen gegeben werden; dann aber ist der Gehalt an Stoffen in beiden Formen, im ganzen Stromlauf ein höchst verschiedener. Aus

dem Gehalt eines Flusses daran in irgend einer Gegend, im Oberlauf des Flusses z. B., in der Nähe einer Stadt darf nicht auf gleichen Gehalt in einer Strecke von nur etwa 100 Stunden geschlossen werden.

In Zeit großer Fluth enthalten die Ströme wohl mehr suspendirte, aber weniger gelöste Bestandtheile.

Wie viele Quellen, Bäche, Seitenflüsse aus den verschiedensten Formationen kommend, treten inzwischen nicht allenthalben noch in die zu untersuchenden Gewässer ein? Was der Strom irgendwo in Suspension fortreißt, kann bei Zutritt eines kohlensäurereicheren Wassers in den gelösten Zustand übergehen, durch Verdunstung bei geringerem Gefälle aber fällt wieder Vieles aus der Lösung und bei größerer Ruhe (Seeen als Kläranstalten!) aus der Suspension nieder. Welche Rolle spielen erst organische Stoffe, die dazu kommen, gegenüber den kieselsauren Verbindungen und Carbonaten? Die Forschungen in dieser Beziehung stehen gewiß erst im Anfange. Was ein Fluß von seinen vielen Mineralbestandtheilen, die er auf seinem Laufe aufnimmt, wirklich in's Meer führt, ist nicht leicht, nach den vielen Umwandlungen, die sie erleiden, zu sagen. Da aber die Landwirthschaft mit partiellen Analysen hier vollkommen, je nach Bedarf ausreicht, so ist sie ganz besonders schon befähigt, das Vorhandene zu benützen und ihrerseits durch Detailarbeit fortzubauen.

§. 6.

Bestandtheile.

Unter allen mineralischen Bestandtheilen der Flüsse findet sich kohlensaurer Kalk in größter Menge. Er beträgt z. B. bei der Donau 67, im Rhein 55—75, in der Seine 75 und in der Rhone bei Lyon 82—94 Procent aller mineralischen Bestandtheile, wie solche in 100,000 Theilen des Wassers dieser Flüsse durch Verdampfen und Analyse dargestellt wurden. (Bischof Geol. S. 1511.)

Und doch enthalten die meisten Flüsse noch nicht so viele Bicarbonate, als sie vermöge ihrer Kohlensäure aufzunehmen im Stande wären!

Im Verhältniß zu diesen Carbonaten findet sich die kohlensaure Magnesia nur in geringer Menge. Nur wo Dolomitbildung die Flußbette begleitet, mehrt sie sich etwas. Kohlensaures Wasser zieht

auch aus dolomitischen Kalksteinen nur schwache Spuren kohlensaurer Magnesia aus. Dagegen tritt um so mehr schwefelsaurer Kalk auf und er würde selbst als leicht löslich dominiren, träte er in Fluß- und Quellgebieten öfter auf. Auch mit schwefelsaurer Magnesia ist dieß der Fall.

Gering dagegen ist die Menge der Chlorüre und Alkalien, die wohl mit den Erden (schwefelsaurer Kalk und Magnesia, salzsaurer Kalk und Magnesia) sich zersetzt haben.

Sehr variant ist der Kieselsäuregehalt und der Gehalt an organischen Substanzen. Krystallinische Gesteine liefern durch Zersetzung der Feldspathe meist nur kieselsaure und kohlensaure Alkalien.

Wenn ein Fluß nur $^1/_{5000}$ oder $^1/_{10{,}000}$ seines Wassers feste Bestandtheile gelöst enthält, wird er in 5—10,000 Jahren so viel mineralische Bestandtheile dem Meere zugeführt haben, als das Gewicht seiner Wassermasse selbst in einem Jahre beträgt.

Die Gränze zwischen Alluvial- und Diluvialgebilden ist bekanntlich schwer zu ziehen und daher auch oft nur willkürlich festgestellt.

Alluvialgebilde, die noch gegenwärtig vor unsern Augen entstehen, kommen in bedeutender Höhe über dem Bereich unserer jetzigen Ueberschwemmungen und Ueberfluthungen nicht vor. Sie gehen oft in Diluvialgebilde über und wenigstens zwischen diesen beiden Bildungen gab es keine gewaltigere und plötzlich eintretende Revolution mehr. Doch steigen letztere an 2000 Fuß auf und sind über 200 Fuß mächtig, bedecken überhaupt größere Flächen.

Steinkohlenbildung, Braunkohlenbildung und endlich Diluvion und Fortsetzung in Alluvion, das sind wohl die drei Hauptrevolutionen der Erdoberfläche gewesen.

Der Rhein führt in 5000 Jahren etwa eine Cubikmeile Land in die Nordsee, die drei größten Flüsse Nord-Asiens: Ob, Jenisei und Lena, führen in 500 Jahren schon etwa 7,4 Cubikmeilen in's Eismeer.

Nach Bischof enthielt die Donau in 100,000 Theilen Wassers 9,237 schwebende und 14,14 gelöste Theile; die Weichsel bei Eisgang 5,82 schwebende und 13,52 gelöste Theile.

In der Donau herrschen in Wien noch die Carbonate vor (von den Alpenflüssen); es fragt sich, ob auf dem Wege von Wien

bis in's schwarze Meer nicht die Carbonate vollständig aufgelöst werden.

Everest fand, daß der Ganges jährlich 6,368,077,440 Cubikfuß Mineralbestandtheile in einem Jahre — in schwebendem und gelösten Zustande — fortführte. Dieß würde eine Fläche von 172 engl. Quadratmeilen 1 Fuß hoch bedecken.

Lyell berechnet, daß der Mississippi jährlich dem Meere 3,702,758,400 Cubikfuß feste Bestandtheile zuführe, was etwa die Hälfte obiger Masse gäbe. Der gelbe Strom in China soll nach Barrow sogar in der Stunde 2,000,000 Cubikfuß feste Bestandtheile mit sich führen und das gelbe Meer, zu 120 Fuß tief durchschnittlich angenommen, in 24,000 Jahren ausfüllen.

Nach Bischof enthielt das Wasser der Pader $^{1}/_{3959}$ seines Gewichtes kohlensauren Kalk. Nach weiterer Messung entzieht dieser Fluß in einem Jahre nahe zu einen Würfel von 93 Fuß Seite kohlensauren Kalkes dem Gebirge. Und das bei noch mehreren andern Flüssen, ungerechnet das im Frühjahr beim Weggang des Schnee's und während der Regenzeit bloß mechanisch fortgerissene.[1]

Seit 500 Jahren weiß man von großen Schlamminseln, die am Ausflusse des Hoangho im Meere entstehen, der ganzen Strecke von Jantsekiang bis Korea entlang, ja eine solche Insel hat den Namen Tsung-ming erhalten.

Welche großartige Diluvionen den Alluvionen entsprechen, zeigt die niederländische, deutsche und jütländische Küste. Dorfschaften und Städte sind bekanntlich hier oft schon von den Wogen verschlungen worden, und anderwärts, oft gar nicht weit entfernt davon, bildet sich wieder neues Land an der Küste. So gewinnt am Jahdebusen das Großherzogthum Oldenburg durch Eindeichung jährlich über 100 Morgen fruchtbarsten Landes. Der angefluthete Schlick ist selbst den

[1] Eine Art unorganischer Bildung, die wohl durch Absatz aber bei sofortigen Erhärtungen stattfindet, rührt von mikroskopischen, schneckenartigen Thierchen mit Kalkschalen her, welche nach neuesten Annahmen die Ursache der Bildung aller europäischen Kreidefelsen sind. Ihre Kalkschalen (bei Vermischung mit Kieselpanzlern von $^{1}/_{24}$ bis $^{1}/_{288}$ Linie) bilden diese ungeheuren Absätze, ähnlich vielleicht, wie die Korallenthiere die von ihnen genannten Riffe im indischen und stillen Oceane. Der Oolythen- und Bergkalk verhält sich ähnlich, und L. v. Buch vergleicht sogar den deutschen Jura mit einem solchen großen Korallenriff und vermuthet gleiche Entstehung.

bis an's Meer ihren Torf verschiffenden Moorkolonisten Frieslands ein köstliches Düngungsmittel.

Die Barre an der Donau, quer vorliegend, die Landzunge des Mississippi, sein Ufer fortsetzend, die Deltas am Rhein, Nil, Po und des gelben Flusses sind solche Alluvionen.

Der ehemalige Hafenplatz der Etrusker, Spina, liegt jetzt drei Meilen landeinwärts, so weit streckte der Po seine Alluvion in das Meer vor.

Die Isar führt bei München so viel Schlamm mit sich, daß sie in einem Jahre durchschnittlich 6 Zoll hoch abzusetzen vermag, wenn man ihr trübes Wasser jeder Zeit ableitet und 3 Fuß hoch in der Ruhe sich klären läßt.

2000 C. C. Isarwasser bei tiefstem Wasserstande (im Winter) und größter Reinheit geschöpft, enthielten nach unserer eigenen Untersuchung nur 0,164 Mgr. gelöste Bestandtheile, darunter 0,122 kohlensaurer Kalk waren. Die Lösung war zu dieser Zeit die stärkste, die mechanische Beimischung die geringste. Es läßt sich somit berechnen, wie lange es dauern wird, bis Ober- und Unterlauf der Flüsse und Ströme sich werden ausgeglichen haben, d. h. alle Berge eben sind und man erschrickt ja neuerlich nicht mehr vor Millionen von Jahren zur Annahme der Dauer von Erdbildungsepochen!

§. 7.

Alluvialmoore.

Eine ganz besondere Art von Anschwemmung bildeten in der Alluvial- und Diluvialepoche die Massen organischer Stoffe, zunächst der Holzstämme und Vegetabilien überhaupt. In der Diluvialzeit breiteten die Fluthen große Sand- und Lehmlager über die Niederungen aus und schwemmten große Massen von Vegetabilien in die tiefsten Stellen, wo mit durchsickerndem Wasser später zusammenkommend der großartige Humifikationsproceß eingeleitet wurde, dem wir die großen Torfmoore der kälteren Zonen verdanken, der in die neueste Bildungszeit hereinragt und auf der einmal gefundenen Grundlage fortwuchert, bis Natur oder Kunst die ersten Bedingungen — Humussäuren und kaltes durchfiltrirtes Wasser — entziehen.

Die Treibholzmassen des Meeres und großer Ströme können denselben Stillstand in der Humifikation nicht gewinnen, sie schreiten

in der Verwesung fort; erst in beträchtlichen Tiefen bei größerer Kälte der bedeckenden Wasser- und Erdschichten, stellt sich die zwischen Torf- und Braunkohlen in der Mitte stehende Rannenholzbildung ein (in den Keupermooren).

Von den torfähnlichen Massen der Binnenseen der Grauwackengruppe, die wohl zu Steinkohlenschichten wurden, von den schon in unsere Zeit herüberragenden Torflagern — den Molassengruppen, die mit umgestürzten Wäldern und Treibholz die Braunkohlen bildeten — mag in einem landwirthschaftlichen Werke nicht wohl die Rede seyn.

Der Alluvialformation gehören an: das aufgeschwemmte Land der Auen und Marschen, der jüngeren Torfmoore, der Raseneisensteine, Wiesen- und Sumpferze, der Kalktuffe, Kalksinter (Alm), Tropfsteine und Incrustationen, die Dünen und vom Meere und Flüssen ausgeworfene Sandmassen, Lehm und Thon mit Kieselerde und Kalktheilen (Schlick), oft verhärtend.

Ihnen gehen als jüngste Bildung auf trockenem Wege die Laven der Vulkane zur Seite.

§. 8.

Musterhafte Vorgänge.

Als künstliche Alluvionen kann die Geschichte der Landwirthschaft die großartigsten Kulturen der Neuzeit aufzählen (nämlich die künstliche Bildung der Colmate in Toskana nach dem Plane Fossombronis, wovon die Zeichnung auf folgender Seite ein Muster gibt), dann einige Alluvionen auf Mooren in England (the improvement of Land by warping), die Schwemmwiesen im Lüneburgischen und einige sehr gelungene Versuche der königl. Forst-Salinenadministration in Bayern (bei Aibling).

Die künstlichen Alluvionen, häufig auch ökonomisch ausführbar, erklärt Wissenschaft und Praxis als das radikalste Mittel zur Kultur öder Flächen, seyen es Heiden, Geestland oder Moore. Nur durch sie ist in der Regel am wohlfeilsten jener Complex aller physischen Grundbedingungen zur Bildung eines fruchtbaren Ackerbodens zu geben, der auf jegliche andere Weise — nur einzelnen Forderungen entsprechend und damit einseitig werdend — ein nur kümmerliches oder gar negatives Resultat gibt.



Um die künstliche Alluvion anwenden zu können, muß vor Allem die Höhenlage und die Beschaffenheit des Wassers entsprechen. Das zu beschlammende Land muß tiefer liegen, als der Fluthstand des den Schlamm tragenden Wassers der Bäche und Flüsse, und letztere müssen aber hinreichend viele Anschlammungsstoffe mit sich führen oder künstlich damit versehen werden.

Sind diese Bedingungen gegeben, dann ist der weitere Vorgang

durch Bildung von Kanälen und Schleußen zunächst von selbst vorgezeichnet. Nur aber die auf der zu beschlammenden Fläche selbst anzubringenden Vorkehrungen, um den Schlamm nicht bloß gleichmäßig, sondern nach Bedarf auch so zu vertheilen, daß Unebenheiten geebnet und letztlich noch eine schiefe Fläche zur möglichen leichteren Bewässerung gewonnen werden, das erfordert nivellatorische Vorarbeiten und mittelst allerlei Mechanismen zu erzielende Regelung der Fluth.

Die Vereinigung einer Schwemmfläche von mehreren Tagwerken (man stieg schon bis zu 20) durch Umgebung mit einem Damme, ein Zuleitungsgraben an der höchsten und ein Abzugsgraben an der niedersten Stelle, die Vertheilung der Schwemmwasser innerhalb einer größern eingedämmten Fläche, das sind die ersten Erfordernisse, mit denen man z. B. im Thal der Chiana bewundernswerthe Erfolge errang. Man sagt, binnen 10 Jahren sey so eine Bodenerhöhung von 7 — 10 Fuß erreicht worden, was begreiflich mehr zur Ausfüllung von Sümpfen, als zur Bildung einer fruchtbaren Krume allein nöthig war.

Torfmoore, Heideland und Sandflächen sind es zunächst, denen der Schlamm der Flüsse die durchweg günstigste Umänderung ertheilt. Soll nicht vorher noch Torf gewonnen werden, oder ist die Moorfläche zur Torfbenützung nicht geeignet, dann ist die Kultur der Moore durch Aufschwemmung die leichteste, sicherste und einträglichste.

Die Natur selbst hat, namentlich in Gebirgsgegenden, diesen Weg vorgezeichnet, indem sie ihre in die Moore führenden Wasser (als Bäche) mit so vielen Geschieben auf die Moorflächen am Fuß der Gebirge vortrieb und nächst diesen den weiter beweglichen Schlamm absetzte, daß solche Stellen als einzelne Oasen mitten im öden Moorland die glänzendsten Beispiele der Vortheile der Alluvion, hier sogar aus felsreichen Gehängen geben. So z. B. am ganzen Alpenrande, auch am Nordrande, an den bayerischen Seen, am Chiemsee, bei Halfing, Antwort rc.

Es braucht nichts hinzuzukommen als Trennung der gröberen Geschiebe von den Schlammtheilen und künstliche Zugabe der letzteren, um in größerer Masse zu operiren.

In Italien und England benützt man diese Kulturmethode

vorzüglich in der Nähe des Meeres unter Zuhülfenahme des Fluthwassers; die Binnenlandseen sind nicht hiezu geeignet, umgekehrt bilden sie die großen Schlammfänge ihrer Zuflüsse.

Es darf nicht übersehen werden, daß Torfmoore, wenn mit einer schweren Schlammdecke überlagert, zusammengedrückt werden und sich somit die Höhenverhältnisse allmählig etwas ändern.

Daß die Beschaffenheit des Schlammes von großem Einflusse auf die Erfolge dieser Kulturart ist, mag Niemand bezweifeln, doch wird die genaue chemische Analyse nicht viel darüber aufklären, sondern die Beachtung der physikalischen Eigenschaften neben der Erforschung der wichtigsten chemischen Bestandtheile, wie sie dem Verwitterungsprodukt, das den Schlamm bildet, eigen sind, genügen. Nach Herapaths chemischen Analysen ergaben sich so geringe Aenderungen des Schlammwassers bezüglich seines Gehaltes an löslichen Stoffen vor dem Einfluß und nach der Ablagerung, daß aller Vortheil der Operation nur der letzteren zugeschrieben werden muß.

Eine Gallone Schlammwasser enthielt beim Einlaß 233$\frac{1}{2}$ Gran unlösbar (suspendirte) Bestandtheile, beim Auslaß nur mehr 24 Gran; es ist leider die Zeit nicht angegeben, in welcher diese Ablagerung vor sich ging.

Er gewann indessen aus einigen Flußwassern bei sehr günstiger Zeit 1 Zoll Niederschlag in einer halben Stunde aus einem 15 Zoll hohen Cylinderglase. Wir theilen eine Analyse des Isarschlammes hier mit:

Teichschlammanalysen von Prof. Dr. Buchner.

In 100 Theilen gefunden.	Schlamm aus			
	der Isar oberhalb München	dem Isarkanal in Schleißheim.	dem See des englischen Gartens.	
			fetter.	sandiger.
Kohlensaurer Kalk	59,757	44,17	44,02	43,62
Kohlensaure Magnesia	24,627	16,19	20,24	23,48
Phosphorsaurer Kalk	0,051	0,04	0,06	0,02
Kohlensaures Eisenoxydul und Eisenoxyd	0,386	1,49	1,13	0,73
Thonerde	0,422	2,29	2,42	1,22
Kieselerde	1,543	5,35	4,38	2,01
Ammoniak	} 1,685	0,10	0,08	0,07
Wasser		1,95	1,85	1,32
Organische Substanzen		14,80	12,47	12,33
In Salzsäure unlösliches alkalihaltiges Thonsilikat	12,038	13,62	13,35	15,25

Wir halten die Lehre von den künstlichen Alluvionen einer großen Ausbildung fähig und viel mehr Nutzen versprechend, als viele andere modern angepriesene Kulturmittel. Dem oft gehörten Einwurf von Mangel an hinreichenden Boden zum Anschwemmen, wenn derselbe den ihn tragenden Bächen und Kanälen zugemischt werden soll, begegnen wir leicht damit, daß auf allen die Sümpfe, Moräste, Moore und Heiden umgebenden Hügelbildungen unter der bereits kultivirten Krume sich oft sehr tiefe Lager von pulverförmigen Bodenarten, von Lehm, Mergeln, Thon befinden, welche ohne Nachtheil für unsere Zwecke ausgebeutet werden können.

Stellen wir schließlich die von uns bis jetzt gewonnenen Grundsätze der künstlichen Alluvion kurz zusammen.

§. 9.

Schlüsse.

1) Durch Unebenheit des Grundes können in strömenden Wassern Strudel erzeugt werden. Strudel begünstigen oft Absätze schwebender Theile.

2) Zwei in Conflict kommende Strömungen können Aehnliches bewirken.

3) Periodische Strömungen und große Absätze schließen sich aus, noch mehr wirken diesen normale Strömungen entgegen.

Der Mississippi, Nil, Po, Orinoko und die Rhone haben kaum oder gar keine periodischen Strömungen an ihrer Mündung, daher ihre Delta's.

An der Küste wirkt die Fluth Absatz bildend.

Ebbe und Fluth ist für die künstliche Alluvialbildung an Küsten von agronomischer Bedeutung (negative Delta's).

4) Je schwächer die Strömung ist, um so mehr Thonabsätze bilden sich, je stärker, um so mehr Sand, Grus und Kies.

5) Künstlich angebrachte Hindernisse gegen die Strömung fördern den Schlammabsatz ebenso wie Bäume, Gesträuche, Rohre und Binsen ꝛc. (Die Mangrovebäume am Niger.)

6) Andauernde Winde können selbst in Seen den Dienst der Strömung verrichten, d. h. schwebende Theile über die ganze Seefläche verbreiten und die Alluvion selbst, je nach ihrer Richtung, einseitig vermehren.

7) Die schwebenden Theile unterliegen der chemischen Zersetzung

bezüglich der Lösung und Neubildung, während sie mit neuen Wassertheilen in Berührung kommen. Das Wasser selbst ändert sich nicht bloß durch Mischung, sondern auch durch den Contact mit Luft und Boden.

8) Wenn Flüsse nur kurze Zeit des Jahres trübe sind, d. h. Schlamm führen, so ist ihr Gehalt an gelöstem kohlensauren Kalk das Jahr durch größer, als die durch Suspension fortgeführte Masse. Dieses ist in der gemäßigten Zone fast überall der Fall. Die Flüsse sind reicher an gelösten Mineralbestandtheilen, wenn ihre Wasser klein und klar sind, sie werden ärmer bei Ueberfluthungen.

9) Silikate alkalischer Erden und Alkalien spielen eben so wie thonige Schiefer eine untergeordnete Rolle unter den schwebenden Bestandtheilen der Gewässer, insbesondere sind Kalksilikate spärlich vorhanden.

10) Die Höhenlage des Landes gegenüber dem Schwemmwasser muß günstig seyn und eine Vertheilung des Schlammes je nach Belieben über die Oberfläche möglich.

11) Die beste Jahreszeit zur Aufschwemmung ist nach Klima und Lage verschieden, bei uns sind Herbst und Frühjahr, namentlich letzteres am günstigsten.

12) Schlemmwasser, aus kultivirtem Lande kommend, ist dem aus Gebirgs- und Waldland vorzuziehen.

13) Die Zeit, binnen welcher suspendirte Theilchen zu Boden fallen, hängt ab von ihrer Quantität, Größe und specifischem Gewichte, von dem Gehalt des Wassers an löslichen Theilen, von der Ruhe des Wasserspiegels und der Tiefe der Ueberfluthungsschichte.

14) Die am entferntesten vom Aufschwemmungskanale liegende Fläche erhält zwar weniger, aber fruchtbareren Schlamm.

15) Auf Sand- und Moorland, dieses insbesondere, wirken Alluvionen am vortheilhaftesten. Sie ersparen nach Eintritt der Verwitterung selbst mehrere Jahre eine Düngung.

C. Die Bodenarten.

§. 10.

Die Klassifikation.

Die Eintheilung der Bodenarten an sich und nicht nach den darauf wachsenden Pflanzen ist schon seit sehr alter Zeit abweichend behandelt worden.

Für gewöhnlich ist geblieben jene nach mechanischer Vertheilung, nach den chemischen Bestandtheilen, nach dem Quantum zugemischter organischer Reste, sogenannten humosen Bestandtheilen, und endlich nach allen Dreien zusammengenommen.

Man sprach von 1) Sandböden; 2) Thon-, Kalk- und Mergelböden mit Unterabtheilungen; 3) Humusböden.

Abgesehen von den letzteren, die gar nicht zu den Bodenarten gezählt werden sollten, so fehlt für die zwei ersteren der innere wesentliche Unterschied. Thon-, Kalk- und Mergelböden sind so gut wie Sandböden bloß Mischungen mechanisch verkleinerter Gebirgsarten nebst löslichen Stoffen und ein Glimmersandboden ist mikroskopisch von einem neben verwitternden Glimmer entstandenen Thonboden kaum zu unterscheiden, ausgenommen die Größe der Partikeln.

Da uns die auf mechanische Vertheilung gegründete Eintheilung mehr Nutzen für die Praxis verspricht, als die ausschließliche Verfolgung der chemischen Bestandtheile, insbesondere nachdem die Agrikulturchemie selbst die genauere Bodenanalyse als zunächst brauchbare Resultate für die Praxis liefernd verworfen hat, mit jener aber die Bedeutung der physikalischen Eigenschaften in nächster Verbindung steht, so verfolgen wir das erstere Eintheilungsprincip zur Bildung der Gattungen und behalten den chemischen Gehalt für die Familien.

Auch die umfassenden Arbeiten Fallou's über die sächsische Ackererde haben das Resultat geliefert, daß die Ertragsfähigkeit derselben in geradem Verhältnisse zu ihren Gehalten an eigentlicher Erde, d. h. an pulverigen Mineralsubstanzen steht. Er fand solche zu 92—99 Procent in Lehm-, Lös- und angeschwemmten Thonböden, nur 20—30 in Heidesand.

Alle Familien (Kiesel-, Thon- und Kalkböden) zerfallen wieder in zwei Hauptgattungen, nämlich: 1) Schlammboden, 2) Sandboden.

Uns gilt als oberstes Eintheilungsprincip zur Bildung der Familien der chemische Gehalt (Kiesel, Kalk, Thon), zur Bildung der Gattungen die Vertheilung, als Grundlage der physikalischen Eigenschaften: als Kieselschlamm, Kieselsand, Thonschlamm, Thonsand, Kalkschlamm, Kalksand; zur Bildung der Arten die Weise

der Entstehung und alle übrigen: Letten, Guhr, Lehm, sandiger Lehm, Mergel 2c.

§. 11.

Der Schlamm.

Was ist Schlamm? Der gemeine Sprachgebrauch versteht darunter Alles, was, obgleich fein vertheilt, vom Wasser doch leichter eine Zeitlang getragen werden kann, worauf es in der Ruhe des Wassers allmählig sich zu Boden setzt. Was schneller sich zu Boden setzt, gilt, fein vertheilt, für Sand. „Leichter" und „schneller" wären nun durch Maß oder Gewicht zu präcisiren. Wenn die Erdtheilchen eines Pulvers zwischen $\frac{1}{200}$—$\frac{1}{500}$ Linie Durchmesser variiren, bleiben sie bei aller Alteration durch ihr specifisches Gewicht doch über zehn Minuten lang in Wasser eingerührt schweben, und erhalten dasselbe trübe.

Sie geben, aus der Suspension gekommen, den Schlamm nach unserer Ansicht. Was in kürzerer Zeit, etwa in 5—10 Minuten zu Boden sinkt, oder einen größeren Durchmesser hat, gilt für Sand, dabei gewisse das Wasser färbende Stoffe nicht mit in Rechnung gezogen werden.

Als Normalschlamm sehen wir den durch diatoma vulgaris im Wasser zu erzeugenden an.

Verschieden jedoch hievon ist der ganz eigentlich sogenannte Schlamm der Teiche, stehenden Wasser und mancher Alluvionen.

Was hier die Gewässer als eine leichte von ihnen bewegbare Masse am Boden absetzen, was als eine das specifische Gewicht des Wassers wenig übertreffende fein vertheilte Masse den Grund der Seen, Sümpfe und Moräste oder auch sehr langsam strömender Bäche und Quellen bedeckt, das gilt nach allgemeinem Sprachgebrauch als Schlamm, mag er nun bloß aus mineralischen oder bloß organischen Bestandtheilen oder, wie gewöhnlich, aus beiden zusammengesetzt seyn.

Jener Theil davon wieder scheint uns am meisten der allgemeinen Vorstellung von „Schlamm" zu entsprechen, der auch bei der geringsten Bewegung oder selbst bei bloßer Veränderung seines Aggregatzustandes, bei vor sich gehender Gasentwicklung schon an die Oberfläche gerissen wird, der nicht bloß leicht und lange suspendirt wird und bleibt, sondern sogar zeitweise schwimmt. Diese Art Schlamm sey eingangsweise näher erörtert.

Jeder, der sich in der Natur umgesehen hat, hat schon die braunen Schlammmassen, schleimig, schillernd und mit zahllosen Luftblasen durchzogen, beobachtet, welche an warmen Sommertagen die Oberfläche von stehenden Wassern bedecken. Er hat auch an kalten Tagen oder in anderer Jahreszeit dieselben Schlammmassen an dem Boden dieser Gewässer, oder auf dem Kiesgrund der Bäche und Flüsse, wenn auch nur als feinen Ueberzug hier, gesehen. Aus den Büchern weiß er, daß diese den Schlamm katerochen bildenden Massen aus mikroskopischen Thieren und Pflanzen bestehen, aus Organismen, deren Zutheilung in eines der beiden Reiche der organischen Natur schwer wird.

Wo das Wasser zur Ruhe kommt, oder die Quellen nur sanft strömen, wo das Wasser den größten Theil des Jahres durch mineralische Bestandtheile nicht getrübt wird, wo namentlich in Mooren Eisenocker- und Kalksinterbildungen stattfinden, wo also auch viel Kohlensäure aus dem Wasser entweicht, da stellen sich diese Schlammbildungen, da stellen sich die Milliarden mikroskopischer Diatomeen und Bacillarien ein. Die sogenannte Pristleyische Materie besteht vorwaltend aus Conferven, wahren grünen Pflanzen, auch mit Oscillatorien häufig, nicht minder auch mit den eben genannten Kieselpanzlern, wie wir jene Thierchen oder Pflanzen nennen möchten, gemischt.

Wer den Schlamm der Teiche, Seen, Sümpfe, Moräste der Altwasser und Wasserabsätze mannigfaltigster Art als befruchtende Substanzen seinen Feldern zuführt, sollte wissen, was darin wirksam ist oder wirksam gemacht und erhalten werden soll. Wer die übelriechenden und krankmachenden Evaporationen solcher stehenden Wasser kennt und zu fürchten hat, soll die Ursachen erforschen, um etwa entgegenwirken zu können.

Wer endlich die Bestrebungen der neuern Chemie, Abfallstoffe in der Natur rascher wieder in den Kreislauf der Neubildungen zu bringen, als dieß die Natur selbst thut, kennt, wird unsere Absicht, diesen Schlamm vom Standpunkte der Agronomie weiter zu erforschen, nicht tadeln können.

Wenn sich, wie Ehrenberg berechnet, in dem Schlamm, welcher sich im Hafen von Wismar am baltischen Meere absetzt, jährlich 17,496 Cub.-Fuß (fast ebenso viele Centner oder 874 Fuhren

à 18—20 Ctr.) solcher kieselschaliger Organismen, solcher Kieselpanzer, bilden, so kann dieß nicht mehr für den, der Schlick oder Schlamm als Agronom braucht, als unbedeutend angesehen werden. Was kalkschalige Thierchen dieser Klasse thun und thaten, soll hier unberücksichtigt bleiben.

Allein nicht bloß an den Küsten und im Meere überhaupt findet diese Art Schlammbildung in so großem Maße statt, auch die stehenden Wasser der Continente erfreuen sich dieser Kieselsäure verdichtenden und Stickstoff assimilirenden Organismen, von denen unten weiter gesprochen werden soll.

Wir geben folgende Klassifikation:

§. 12.

Schema.

I. Familie: Kieselboden.

Alle halten 50% und darüber Kieselerde, welche nicht mit Thonerde verbunden ist.

A. Gattung: Kieselschlamm.

Arten:

1) Letten a) Liassand, b) Malassesand, c) Löß;

2) Schlick a) Diatomeenschlamm;

3) lehmiger Kieselboden (50—70% Sand);

4) lehmhaltiger Kieselboden (70—90% Sand, sandiger Lehmboden);

5) Kieselmergel[1];

B. Kieselsand:

1) Flugsand, a) Dünensand;

2) Loser Sand, a) humoser Alluvialsand;

3) Kies (Gerölle, Grus);

II. Familie: Thonboden.

Alle enthalten 50% und darüber Thonsilikate (kieselsaure Thonerde);

A. Thonschlamm:

1) Thonboden (70—90% Thon), a) Klay, b) Tegel;

2) Lehm, (50—70% Thon);

[1] Weitere Varietäten bilden sich nach den Zumischungen, z. B. kohliger, humoser Letten, kalkhaltiger Schlick, humoser Flugsand ꝛc.

3) Thonmergel (wie 1 und 2 nebst 5—20% Kalk).

B. Thonsand.

1) Feldspathsand;
2) Granitgrus;
3) Schieferboden;
4) Glimmersand;
Keupersand?

III. Familie: Kalkboden:

Alle enthalten 20% und darüber kohlensauren Kalk.

A. Kalkschlamm.

1) Kalkmergel, a) Kalkletten (Bachletten), b) bituminöser Mergel;
2) Dolomitboden;
3) Keuper, a) Kalkkeuper, b) Keupermergel;

B. Kalksand.

1) Kalksandboden;
2) Kalkgerölle, a) Dolomitsand.

§. 13.

Ackerkrume und Untergrund.

Es können zwar alle Formationen bis zur Oberfläche herauf-ragend Substrat der landwirthschaftlichen Bearbeitung, d. h. pflug-bares Ackerland oder Ackerkrume werden. Man baut Cerealien, Feigen und Trauben in der Lava wie im Diluvialthon oder den Mergeln der Molasse, den Kalken der verschiedensten Stufen, im Grus des Granits und Gneises, wie im zerfallenden Feldspath, Glimmerschiefer und Basalt. Aber in ausgedehnteren Flächen kommen doch nur in der Regel vor: der Schwemmboden (jüngere Alluvion, siehe oben) der Flüsse, in Niederungen an Küsten und Flußufern, ein Gemenge von Sand, Thon, Lehm, Kalk und Humus. Seine Unter-lage ist zumeist Sand oder Gerölle. Ferner der Moorboden, bald ganz zersetzt, bald noch mit Torf in den tieferen Lagen gefüllt, die Un-terlage bald Kies, bald Thon und Mergel, bald Kalkschlamm, bald bloß Sand. Flugsand und Gerölle, meist dem Diluvium ange-hörend, erstrecken sich oft in gewaltiger Ausdehnung und nur seicht mit dem Produkt ihrer Verwitterung bedeckt (die Thäler des nördlichen Alpenrandes, die Dünen), Lehm- und Thonboden, bald der

Diluvial- bald der Tertiärformation angehörend und zumeist auf der letzteren oder auf den Kreiden lagernd, letztere selbst kleine Ebenen und Hügel bildend. Endlich Grus- und Trümmermassen der Uebergangs- und Urformation. Soweit diese Erdschichten dem Pflanzenwachsthum zugänglich sind, insbesondere soweit dieselben zu diesem Zwecke bearbeitet werden im engern Sinne, bilden sie Ackerkrume, auch Dammerde genannt, so fern bedeutende organische Reste noch darin enthalten sind und das darunter angrenzende heißt Untergrund.

§. 14.

Die Sinter.

Es ist nicht eine barocke Idee, unter den Bodenarten die Sinter aufzuzählen, als wenn sie häufig der Kultur unterworfen wären. Gerade sie, die unlöslich Gewordenen, die reinsten Repräsentanten gewisser Verbindungen, sind als das Ende der Cirkulation löslich gewordener Substanzen der Vegetation wenig zuträglich, oft schädlich. Sie sind ebenso mechanisch fein vertheilt, wie die durch Verwitterung klein gewordenen mineralischen Substanzen, die als Schlamm oder Sand auftreten, aber sie sind es auf dem Wege chemischer Lösung geworden.

Die Absätze löslicher Stoffe aus den Gewässern zeigen uns nebenbei die enorme Verbreitung derselben, da sehr oft in ihnen Substanzen gefunden werden, die in dem Wasser selbst die feinsten Reagenzien nicht nachzuweisen vermögen.

Berzelius fand in den Sprudelsteinen viele Stoffe, die er nicht in ihrem Wasser finden konnte und Quellen setzen Eisenocker ab, nachdem man doch kein kohlensaures Eisenoxydul in ihnen nachweisen kann.

Die Bedingungen der Absatzbildungen sind Abkühlung des Wassers, Verflüchtigung gasförmiger die Lösung ermöglichender Substanzen (Kohlensäure), höhere Oxydation, Ruhe, große Flächen und geringerer Zufluß, als die Verdunstung wegführt.

I. Familie Kiesel.

§. 15.

Kieselerde.

Die Kieselerde ist eine Verbindung des Metalles Silicium mit Sauerstoff. Das Metall kommt frei nicht in der Natur vor, aber

künstlich dargestellt ist es ein dunkelbraunes Pulver ohne allen Glanz, stark schmutzend, schwerer als Vitriolöl, unschmelzbar vor dem Löthrohr und kein Leiter der Elektricität. Da die letztere und erstere Eigenschaft sehr gegen seine Natur als Metall sprechen, wurde es auch oft zu den Metalloiden gestellt. Silicium mit Sauerstoff bildet den Bergkrystall, Chalcedon, Hornstein, Jaspis, Opal, den Quarz, der in unseren zahllosen Quarzsandfeldern nichts anders, als eine mehr oder weniger unreine Verbindung des Silicium mit Sauerstoff darstellt. Da diese Form für gewöhnlich unlöslich ist, aber doch Kieselerde genug in den Pflanzen vorkommt, so fragt sichs vor allem, wie kommt diese in letztere? davon unten.

Die Kieselerde zeigt sehr geringe Cohäsion und Adhäsion und sie bildet mit Wasser keinen formbaren Teig, obgleich sie davon nach Schübler 348% aufzunehmen im Stande ist. Doch läßt sie dasselbe schnell wieder fahren, wie sie denn auch die Wärme am längsten anhält und sie sehr rasch annimmt.

Sie findet sich am häufigsten im Boden und im Durchschnitt vieler Analysen kultivirter Böden zeigt sich der Gehalt derselben an 84%. Im Halm der Cerealien findet sich 1—3% Kieselerde, in der Schachtelhalmasche gar 94%. In dem Boden ist sie am häufigsten mit Thonerde, reinem Thon und mit Eisenoxyd als gemeiner Thon, oder mit dieser und Kalk als Mergel vorhanden. Noch reiner im Quarzsand, wie schon gesagt.

Ob die Kieselerde Pflanzennahrung sey, gehört in die Entscheidung eines Principienstreites. Was zur Existenz irgend einer Species absolut nothwendig ist, heißt uns Pflanzennahrung und zerfällt in

a) die allgemeinen Bedingungen aller Pflanzenexistenz, wie Luft, Sauerstoff, Kohlensäure, Licht (mit seltenen Ausnahmen), Wärme, Elektricität (?), Wasser, Mineralbestandtheile überhaupt und

b) in die besonderen, je nach Art, Gattung und Familie selbst oft abweichenden, wie Stickstoffverbindungen (Ammoniak, Salpetersäure und deren Salze), Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Phosphor, Schwefel, Chlor, Jod, Brom, Kiesel.

Gewisse Pflanzenarten können ohne einen dieser Stoffe sich nicht vollkommen entwickeln, die Gramineen nicht ohne Kieselerde, also ist sie Pflanzennahrung. Ob aber Mangan, Kupfer oder

Arsenik ꝛc. sich in der Pflanze finde, ist ohne Bedeutung und ihre Präsenz ist für keine Art bis jetzt als absolut nöthig erwiesen.

Die Kieselerdeanhäufungen in den Gramineen und Equisetaceen können nicht von ihrem geringen Blattansatze (Wolff) herrühren, denn sehr zahlreiche Pflanzen der Dikotyledonen wachsen exquisit auf Quarzsand mit ebenso geringem Blattansatze, ohne hervorstechend Kieselerde zu enthalten. Wir erinnern nur an Spergel und mehrere Arenarien, wie denn an alle schmalblättrigen Pflanzen des Thonbodens, den reichblättrigen Bambusen und dem Mais gegenüber.

§. 16.

Letten.

Die bedeutendste Art der ersten Gattung ist der Letten, ein aus so fein zertheilten Stückchen Kieselsäure in Sandform bestehender Boden, daß er, obgleich sein Thongehalt oft nur 10—20% beträgt, so sehr sich den Eigenschaften der Thonböden nähert, daß er als eine Klasse derselben aufgeführt wurde. So lange aber die Hälfte eines Bodens aus Kieselsäure, ohne Verbindung mit Thonerde (also ohne Alumiumsilikat) besteht, muß sie consequent zur Abtheilung der Kieselböden gerechnet werden. Daher auch viele Lehmsorten und vorzüglich die sandigen Lehm- oder lehmigen Sandboden hieher gehören. Der Letten ist oft fast reiner Sandboden, in Wasser gekocht und abgeschlemmt zeigt er nicht über 10% das Wasser trübende Bestandtheile.

Den Letten sehr nahe verwandt ist der in der Liasformation oft vorkommende äußerst feine Sand, der oft sogar das Wasser nicht durchläßt und, wie Walz gezeigt und wir selbst erfahren haben, der Entwässerung z. B. durch Thonröhren sehr eigenthümliche Schwierigkeiten entgegensetzt.

Ein ganz ähnliches Verhalten zeigt der mit Mergel stark gemengte Letten oder Flinz als Unterlage ausgedehnter Becken von Diluvialkies.

§. 17.

Schlick und Diatomeenschlamm.

An den Mündungen großer Flüsse in's Meer, noch mehr an den niederen schlammreichen Küsten gegen das Meer zu, wo Brackwasser sich oft findet, Sümpfe entstehen und Torflager sich

ausbreiten, da finden sich unter dem Thonschlamm und Kalkschalenresten oft so zahlreiche mikroskopische Diatomeen mit ihren Kieselpanzern, daß sie nicht selten den Schlick charakterisiren. Die Vertheilung der abgestorbenen Thierchen in der von Ehrenberg und Kützing bekanntlich zuerst und überraschend geschilderten Weise muß auf die Möglichkeit leichterer Löslichkeit ihrer Kieselerde führen, falls die von den Torflagern und verwesenden organischen Resten an den Mündungen und in den Sümpfen häufig verfügbar werdende Kohlensäure dazu tritt. Die Größe derselben ist gerade hinreichend, dieselbe nach unseren Bestimmungen Schlamm bildend auftreten zu lassen, nur die größeren Gattungen (Mikromega, Schizonema, kaum Meridion der süßen Wasser) im Zusammenhange vielleicht ausgenommen. [1]

Wenn Kützing sie für die Pflanzennährung als bedeutungslos erklärt wegen zu geringer Menge ihrer organischen Bestandtheile, so wird dieß in Anbetracht ihrer oft großen Massen und der Mineral-

[1] Schlickanalyse. Im salzsauren und kohlensauren Natron unlösliche

Silikate und Kieselerde	57,65
In kohlensaurem Natron lösliche Kieselerde	2,34
Thonerde	1,36
Eisenoxyd	9,04
Eisenoxydul	0,35
Manganoxydul	0,29
Kalkerde	4,09
Talkerde	0,13
Kali	1,03
Natron	1,97
Ammoniak	0,06
Phosphorsäure	0,47
Schwefelsäure	0,90
Kohlensäure	6,08
Chlor	1,24
Huminsäure	2,80
Quellsäure	0,77
Quellsatzsäure	0,11
Humin, Reste und chemisch gebundenes Wasser, eine Spur von Harz	8,32
	99,00

Der Schlick repräsentirt auch die eigentlichen Thonsinterbildungen, d. h. es sind in ihm sehr viele aus vordem gelösten Thonerdesilikaten entstandene Niederschläge und Neubildungen dem Schooße des Meeres entnommen.

düngung (durch kieselsaure Verbindungen) Einschränkung verdienen und ob sie nicht mehr wie Quarzsand wirken, wird von den Löslichkeitsverhältnissen abhängen.

In den Figuren 1, 2, 3, 4, 5 sind mehrere dieser Diatomeen, welche in Süßwassern Deutschlands fast überall vorkommen, abgebildet.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

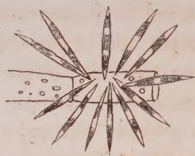


Fig. 4.

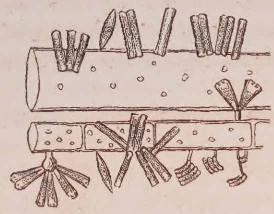
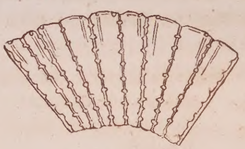


Fig. 5.



Auch große Lager von fossilen Ueberresten der kieselschaligen Diatomeen wurden gefunden, so in den obersten Molasse- oder Tertiärschichten der Continente überall und überdieß auch von jetzt noch lebenden Geschlechtern die Reste.

So das große Lüneburgerlager, oft nur 1—1½ Fuß unter der sandigen Heidefläche, entstanden wohl den Sphagnenfilzen auf Felsplatten hoher Gebirge ähnlich, Quellbildung (durch Capillarität) auf dürrer Anhöhe. (Man denke an Lesquereux Entstehung der Torfmoore). So das Diatomeenlager um Berlin, der Infusorienthon von Klieken (Kützing), die Lager bei Richmond in Virginien und bei Westpoint (New-York) und an vielen anderen Orten Nordamerikas. Die Kreidebildungen stehen damit im Zusammenhange.

Der Schlamm der kieselpanzerigen, mikroskopischen Diatomeen, katerochen sogenannt und daher auch als unser Normalschlamm erörtert, ist überdieß eine neue und nicht unbedeutende Stickstoffquelle.[1]

[1] Diatomeenschlamm im Apparat zur Elementaranalyse nach Will und Varrentrapp behandelt, gab 1,8 % Stickstoff. — Vom Schleißheimer Torfgrund,

Woher nehmen die Diatomeen ihren Stickstoff? Wenn sie auf dem Kalk- oder Quarzkiese der frisch dem Boden entsprudelnden Quellen, deren Wasser noch keine Spur von Ammoniak- oder Salpetersäure oder einer Stickstoffverbindung enthält, sich so rasch ansiedeln, so rasch vermehren, daß bei ungestörtem Lichtzutritt innerhalb vierzehn Tagen Alles von ihnen überzogen ist?

Sollten nicht sie die nächsten Verarbeiter des atmosphärischen Stickstoffs seyn, des wenigen mit der atmosphärischen Luft im Wasser befindlichen? Gleichwie der Ton es im Boden auch ist?

§. 18.

Lehmiger Kieselboden (Lehmboden).

Dieser Boden ist nebst dem folgenden der häufigste, der sich unter dem Pfluge befindet. Er soll von 50—30% abschlemmbare Thontheile enthalten und in dem Maße auch an den Eigenschaften des Thonbodens theilnehmen. Er wird also begreiflich mehr Wasser aufnehmen und zurückhalten, als lehmhaltiger Sandboden, sich langsamer erwärmen und den Dünger minder rasch zersetzen lassen, er wird dem Charakter der vegetativen Metamorphose gemäß langsam und nur allmählig seine Triebfedern in Bewegung setzen und ebenso

neben Eisenocker enthielten mehrere Diatomeen nur 0,85 % Stickstoff. Zwei Gramme trockene Diatomeen mit Aether und siedendem Alkohol ausgezogen lieferten

44 Mgr. in Aether lösliche,
33 Mgr. in Alkohol lösliche harzhaltige
77 Mgr. Substanzen (sauer schmeckend).

Sie sind auch bedeutend schwefelhaltig. 21,500 Gr. Diatomeenschlamm (gut getrocknet) lieferten, sechs Stunden gekocht, einen festen Rückstand von 0,645 Gr., der in der Kälte nicht gelatinirte, mit Essigsäure und gelbem Blutlaugensalz gefällt wurde, kurz sich als Chondrin erwies. Also 3 % Chondrin enthält aber 14,47 % Stickstoff.

Auch die kleinsten Diatomeen verflüchtigen sich nicht mit dem Wasserdampf; sie sind nicht in der Luft schwebend, denn sie sind in der Regel größer noch als die gröberen Dunsttröpfchen.

Trail fand im Bergmehl von Degernfons, welches dicht unter einem Lager verwesten Mooses liegt, neben 71 % Kieselsäure noch 22 % organische Substanz.

Ehrenberg fand, daß unter dem Schlamm des Mississippi sich 1,4—2 % Infusorien befanden, im Nil 4,6—10 %, im Ganges sogar 12,4—25,0 %. Es ist somit klar, daß diese Bildungen selbst große Stickstoffquellen für das Alluvialland sind.

nur allmählig nachlassen oder erschlaffen. Nur allein ein ziemlicher Regenniederschlag aus der Atmosphäre ist ihm in südlichen Ländern nöthig, um fruchtbar seyn zu können. Hat er diesen, so kann er durch gute Düngung sogar dort gerade in Gartenboden umgewandelt werden (was auch mittelst Bewässerung erzielt wird), wie bei uns der Alluvialsandboden und der folgende in der Nähe mancher großer Städte. Er ist der gute Mittelboden katexochen und gilt als guter Boden in der größten geographischen Ausdehnung, wenn auch andere da und dort „beste" werden.

§. 19.

Lehmhaltiger Kieselboden (sandiger Lehmboden) [1]

enthält 30—10% abschlemmbare Thontheile, im Rest mindestens 50% Kieselsand. Er steht dem vorhergehenden in den Cardinaleigenschaften des Thonbodes überhaupt nach und verlangt noch höhere Feuchtigkeitsgrade, um für die Vegetation günstig wirken zu können.

Aus der geringen Cohäsion des Sandes entspringen Nachtheile wie Vortheile desselben. Erstere concentriren sich vor allem in dem allzuraschen Austrocknen, also dem Verschwinden der Feuchtigkeit aus ihm. Dieses Uebel wird von leichter Erwärmung begleitet.

Die Mittel, welche Feuchtigkeit nach Belieben schaffen, also

[1] Girardin (bearb. von Dr. Hamm) nennt Sandböden jene, welche Kieselerde oder Sand in vorwaltender Menge enthalten und gibt die Analyse eines „sandigen Lehmbodens" (als fruchtbarer Lehmboden zugleich bezeichnet) mit:

Kieselerde und Sand	72,298
Thonerde	14,128
Eisenoxyd	2,968
Manganoxyd	0,280
Kalk	1,824
Bittererde	0,822
Kali und Natron	0,102
Phosphorsäure	0,166
Schwefelsäure	0,069
Chlor	0,002
Kohlensäure	0,440
Humussäure und organische Stoffe	4,999
	100,000

Unter den Sandböden führt er sodann einige auf, worunter gleichfalls die Ackererde vom Nilthal ist, die in 100 Theilen, Kieselsand 32 oder 50, Thonerde 31 oder 16 enthalte, was mit unserer Definition im Widerspruch steht.

Bewässerung oder dieselbe besser erhalten, wie Zumischung von bündigen Bodenarten (Ueberschlammung), sind auch die Mittel, ihn zu verbessern. Eben wegen der Vollendung seiner Eigenschaft der Krümlichkeit, besser der Permeabilität für alle Gase, des Einflusses der Lösungen und klimatischen Agentien, ist er aber die beste Grundlage für alle Art Melioration, für Steigerung zur größten Fruchtbarkeit, insbesondere durch Gartenkultur.

§. 20.

Glimmersand.

Der Glimmer ist sehr häufig das Produkt der Umänderung anderer Mineralien, der Ausscheidung durch Morphosen der mannigfachsten Art, aber er selbst scheint in seinen feinstvertheilten Blättchen gegen alle Verwitterung und Lösung verursachende Agentien völlig unempfindlich zu seyn.

Wegen seiner Bildung aus den Resten der verschiedensten Mineralien variirt er in seiner Mischung sehr.

§. 21.

Kieselsand.

Ein erquisiter Quarzkiesboden findet sich an mehreren Orten der Oberpfalz, so speciell am sogenannten Pfahl, einer mächtigen Quarzader entlang dem Westrande des bayerischen Waldes. Die Vegetation daselbst ist die ärmlichste, von Hungerflechten grundirt und selten von Birken und Föhren beschattet. Noch häufiger ist ein solcher Boden in den Niederungen aus der Diluvialzeit stammend und freilich mit vielen andern Felsarten noch untermischt, namentlich noch mit Glimmerschiefer, Feldspath und selbst Kalksteinen. Der Grus der Sahara ist an den meisten Stellen, wo nicht Flugsand vorherrscht, von ähnlichem Charakter, begreiflich bei subtropischem und tropischem Klima ganz zur Wüste geworden.

Selbst der Nilschlamm Aegyptens zerfällt, wenn nicht alljährlich erneuert, in unfruchtbaren Sand, wie Russegger gezeigt hat.

Ein solcher Kieselgrus bedeckt auch jetzt die alte Mesene, das fruchtbarste Alluvialland zwischen Euphrat und Tigris, Mesopotamien der Alten, nach Strabo schon nur mehr Gerstenboden, was für jenes Klima einen leichten, etwa lehmigen Sandboden bedeutet.

Der Schlamm ist verschwunden, die Bewässerung verfallen, der Grus ist geblieben.

Der Flugsand, dessen Kieselkörner vom Winde gehoben und verweht werden können, bildet an allen Meeresküsten im Norden, wie Süden große, oft landeinwärts vorrückende Ländermassen, deren landwirthschaftliche Eroberung nicht geringe Mühe zu machen pflegt. Die Natur selbst versucht indessen bald, diese beweglichen Massen zu binden, und das ist offenbar die erste Kulturbedingung, sie läßt Carex-, Schönus-, Elymus- und Arundoarten, im Süden wie Norden darauf wachsen und verfilzt deren Wurzeln so eng, daß der Sand freilich fast nur wie im Netze gefangen wird. Haben die Pflanzen Zeit zur Entwicklung, so gelingt es ihnen doch zuletzt, den Flüchtigen festzuhalten und nur große Fluthen sind im Stande, ihn manchmal wieder aus ihren Schlingen zu befreien. Dieser Boden ist fast nur für die Forstwirthschaft zinsbar zu machen.

Der etwas gröbere Sandboden aber, ganz abgesehen von der dann weniger bedeutenden Größe der Körner, wenn gemischt mit humosen Bestandtheilen und nur einigen Procenten bindenden Thones oder Mergels, wird ein ganz anderer Figurant in der Klasse der agronomischen Substrate, er geht durch Heide- und Geestboden zum fetten Alluvialsandboden unserer landwirthschaftlichen Gärtnereien, der Quelle unseres edelsten und ältesten landwirthschaftlichen Betriebes, über.

So sehr entscheidet der klimatische Einfluß für die Vegetation, daß der an löslichen pflanzennährenden Stoffen ursprünglich ärmste Boden, der Quarzsand, doch nur allein zum fettesten Gartenland in unsern Breiten umgeschaffen werden konnte, weil er den atmosphärischen Einflüssen den offensten Zugang spendet. Um der ganzen europäischen Nordwestküste (in Holland, Friesland, Bremen und Hamburg), am Rhein und Main, um Ulm, Nürnberg, Bamberg, Frankfurt, Magdeburg und Erfurt, da überall findet sich der üppigste landwirthschaftliche Gartenbau auf Sandboden, begreiflich in dem Zeitenlauf sehr humusreich gemacht. Die Cerealien aber, die vielen Leguminosen ziehen die Thonsilikate vor, wenn auch nicht für die Ueppigkeit des Halmes, des Blattes und Stengelwerkes, so doch für schwere Samen. Daß es der vegetabilische Humus allein nicht ist, der den bloßen Sand fruchtbar macht, das zeigt humoses Heide- und Geestland zu Genüge. Würde beiden etwas

vom Schlamm, der in der Weser und Elbe in immensen Massen alljährlich dem Meer zufluthet, zugeführt, so würden sie zu fruchtbarsten Alluvialsande werden.

Schließlich bemerken wir, daß Sandböden überhaupt entstehen können, aus

a) Sand des obersten Tertiärgebirges, in aufgeschwemmtem Lande;

b) aus Sandsteinen, als Molasse und Muschelsandstein, Grünsandsteinen, Eisensandsteinen, Lias- und Keupersandsteinen, buntem Sandstein, Kohlensandstein;

c) aus Quarzfels des Urgebirges;

d) Kieselschiefer;

e) Grauwacke;

f) Glimmerschiefer.

Das Bindemittel oder die Beimengung wie die Größe der Stücke entscheidet nicht minder, wie das Klima über die größere und geringere Fruchtbarkeit solcher Böden.

§. 22.

Kieselsinter.

Way und Painé fanden bei Farnham Absätze von löslicher Kieselerde in der untern Schichte der Kalkformation, mehrere Meilen lang und 80—100 Fuß mächtig, bestehend aus gelblichen, leichten, weichen Schichten, durchsetzt von lockeren, weichen Schichten anscheinend sandiger Mergel. Die Erde ist amorph unterm Mikroskop und wohl ein zersetztes Produkt von Kalksilikat aus älterem Gebirg durch Kohlensäure. Ohne Behandlung mit Salzsäure lösten sich nur 18—20% in Kali.

Was heiße Quellen an Kieselsintern absetzen, zeigt an der Küste der Geyser in Island, dessen Kieselsäuregehalt auf 84—98% in seinem Absatze berechnet wird. Aber auch kalte Quellen sind silicificirend, nur aber ist hier die Kieselsäure mehr an Basen gebunden. Auch die sogenannten Guhre gehören hieher.

Welche Rolle bei den Sinterbildungen die Diatomeen überhaupt spielen, wäre hier zu erörtern nicht am Platze.

Kieselsinter als Tripellager haben Bedeutung, ihre agronomische ist vorerst noch sehr gering.

II. Familie: Thone.

§. 23.

Thonerde, Entstehung.

Obgleich auch ein weißes, geruch- und geschmackloses Pulver, im Wasser unlöslich, wie die Kieselerde, ist doch die Thon- oder Alaunerde (Aluminium- oder Alumiumoxyd), das nach dem Silicium verbreitetste leichte Metall, schon sehr mild anzufühlen, schmilzt vor dem Knallgasgebläse leichter zur Glasschlacke, zieht aus der Luft gern Feuchtigkeit an und bildet die häufigsten Doppelsalze im Boden. Dazu gehören vor allem die schon erwähnte kieselsaure Kali-, Natron-, Kalk- und Ammoniakthonerde. Auch eine humussaure Thonerde wird aufgeführt. Aetzende Alkalien lösen sie leicht auf, viel schwerer die kohlensauren — ja gegen jene verhält sie sich selbst, wie eine schwache Säure und bildet Aluminate. Kohlensaure Alkalien fällen aus Thonerdesalzen nicht kohlensaure Thonerde, sondern nur das Thonerdesalz und etwas kohlensaures Kali, mit Ausnahme des kohlensauren Ammoniaks. Alaunerdehydrat löst sich in sehr geringer Menge in wässerigem Ammoniak auf. Von einer Alaunauflösung nimmt concentrirtes kohlensaures Ammoniak etwas auf, was sich beim Verdünnen mit Wasser nicht abscheidet. Thon mit Schwefelsäure zusammengebracht gibt eine Flüssigkeit, welche mit gefaultem Harn zusammengebracht Ammoniakalaun (Alaunmehl) abscheidet, ein für Desinfektion wichtiger Vorgang.

Sie saugt gern Wasser ein und bildet damit einen formbaren Teig, der beim Austrocknen sich sehr zusammenzieht und Risse bildet. Sie nimmt das Wasser einfach zwischen ihre feinvertheilten Theilchen und da diese Vertheilung meist größer, als bei anderen Bodenarten ist, so nimmt sie scheinbar auch mehr auf. Allein fein vertheilter Kalkschlamm thut dasselbe und fein vertheilter Quarzsand als Letten fast ebenso. Begreiflich ist auch dieses so absorbirte Wasser durch Wärme schwerer zu entfernen und die Thonerde erwärmt sich nur langsam. Die Absorption von Wärme hängt indessen nicht bloß von der feinen Vertheilung, sondern auch von den Bestandtheilen der Theile selbst ab und daher ihr verschiedenes Verhalten. Gerade ihr die atmosphärischen zunächst klimatischen Einflüsse so besonders mäßigendes Verhalten ist der Grund ihrer großen Bedeutung für die

Agronomie, da sie den eigentlichen landwirthschaftlichen, für Cerealien und Hülsenfrüchte, für Körner wie Futterbau brauchbarsten Boden in größter Ausdehnung liefert. Als Pflanzennahrung kann sie kaum dienen, da sie allzuselten als Aschenbestandtheil in erheblicher Menge gefunden wird.

Die Thonerde findet sich übrigens als reine Alaunerde, als Alaunerdehydrat, als schwefelsaure, phosphorsaure und kieselsaure mit anderen derartigen Verbindungen gemengte Alaun- oder Thonerde. Das Alumium ist ein graues Pulver mit einzelnen zinnweißen Flittern und besteht neuerlich Hoffnung, dasselbe als brauchbares Metall zu gewinnen, wie es denn auch in schönen Stücken bereits als Seltenheit die Cabinete schmückt.

Als hauptsächlichstes thonlieferndes Mineral wird der Feldspath angesehen. Man erklärt sich die Entstehung des Thones, einer zweifach kieselsauren gewässerten Alaunerde durch Verwitterung, indem der Feldspath KO, Al^2O^3, $6\ SiO^2$ an das Wasser KO, $4\ SiO_2$ abgibt, so daß also $Al^2\ O^3$, $Si\ O^3$ bleiben, welche mit 2 Aq. eben den Thon bilden. Was die langsame Verwitterung thut, kann durch Erhitzen von feinem Feldspathpulver mit Wasser im Papin'schen Digestor bei 220° verähnlicht werden (Gmelin).

Daß Feldspathpulver mit Kalk geglüht bei Einwirkung von Wasser sein Kali gegen den Kalk austauscht, lehrte schon Fuchs.

Mehr fremde Bestandtheile als der Feldspath bringt der Glimmer, wenn er als Verwitterungssubstrat zur Thonbildung vorliegt, in diese. Im Kaliglimmer ist oft ein Theil des Kali durch Kalk, Manganoxydul, ein Theil der Thonerde durch Eisen-, Mangan- und Chromoxyd vertreten. Auch oft Fluormetall enthält er. Zwischen 8—10% Kaligehalt schien ihm zuzukommen, während das Mineral Pollux dessen 17% enthält. Ihm steht zur Seite der Magnesiaglimmer. Daß sich die kieselsauren Thonerdesalze wieder mit kohlen-, borax- oder schwefelsauren Salzen oder mit Schwefel-, Chlor- oder Fluormetallen verbinden, sey nur erwähnt. Nicht minder, daß durch Zumischung nicht bloß von kohlensaurem Kalk, sondern auch von kohlensaurer Bittererde und Eisenoxydul er die Eigenschaft, mit Säuren zusammengebracht zu brausen, erhält.

Am verbreitetsten unter allen Silikaten sind die Thonerdesilikate, sie stammen von krystallinischen und sedimentären Gebirgsgesteinen,

sie sind die Hauptbestandtheile der daraus entstandenen Thone. Wo Thonerdesilikate mit Gewässern, die salzsauren oder schwefelsauren Kalk führen, zusammenkommen, da ist die Möglichkeit der Bildung von Kalksilikaten gegeben.

Durch zu feine Theilung des den Thon constituirenden Verwitterungsproduktes entstehen auch Nachtheile, unter denen die zu große Cohäsion und Adhäsion, noch mehr die überstarke, wasserhaltende Kraft manches Thonbodens hervorgehoben werden muß. Der Boden wird dadurch widerspenstig. Daher ist dieser Boden schwieriger zu behandeln, als ein anderer, da von der verständigen Benützung der Wirkung klimatischer Agentien auf ihn, des Frostes, der Wärme rc., Alles abhängt, um ihn in jenen Zustand der Lockerheit, in jenen Zustand physikalischer Eigenschaften überhaupt zu versetzen, der dem Gedeihen der Pflanzen nothwendig ist.

Tiefpflügen ist bei diesem Boden daher in der Regel bei gewöhnlich tiefem Untergrunde von gleicher Beschaffenheit leichter möglich und räthlich, Pflügen *vor* dem Winter, spätes Angreifen desselben im Frühlinge nach tieferer Abtrocknung, Anwendung zerkrümmelnder Maschinen, jedoch Vermeidung förmlichen Pulverns, da dann der erste kommende Regen eine feste, undurchdringliche Kruste bildet, Entwässerung durch offene und bedeckte Gräben, Zusatz *mechanisch* wirkender Dünger- und Meliorationsstoffe (Bodenarten von entgegengesetzten physikalischen Eigenschaften), reichliche Düngung im Anfange bis zur Aufspeicherung eines von diesem Boden wohl erhaltenen Schatzes von Bodenkraft, Alles dieses sind Grundsätze der Correktion seiner Eigenschaften zum Pflanzenbau.

§. 24.

Thonschiefer und Thone überhaupt.

Fresenius untersuchte 5 Thone aus Nassau und fand durch Schlämmen 16,32 bis 35,97 Sand, 74,82 bis 57,34 Thon und 8,90 bis 5,43 Wasser.

Er fand durch chemische Analyse in Einem z. B.:

Kieselsäure	77,03
Thonerde	14,06
Eisenoxyd	1,35
	92,44

Uebertrag	92,44
Kalk	0,35
Magnesia	0,47
Kali	1,26
Wasser	5,17
	99,69

Zwischen Schieferthonen und Thonschiefer ist schwer eine Grenze zu ziehen.

Durch das Eindringen des Wassers wird die vorher die Räume des Thon genannten Pulvers ausfüllende Luft, die Trägerin des Thongeruches, ausgetrieben. Mit Salzsäure einmal übergossener Thon riecht, getrocknet und wieder mit Wasser befeuchtet, nur mehr schwach.

In einer Tubulatretorte oft getrocknet und wieder befeuchtet, dann gelind erwärmt, geht in die Vorlage ein schwach gelb gefärbtes, den Thongeruch besitzendes, kaum alkalisch reagirendes Wasser über. Der Geruch verschwindet nach einem Tage, selbst in geschlossenem Gefässe, und es stellt sich schwacher Ammoniakgeruch dafür ein. Mit Aetzkali übergossen, getrocknet, mit Wasser benetzt, gibt der Thon keinen Geruch mehr. Auch wiederholt nicht. Der gefrorene und rasch aufgethaute, sowie gebrannter, dann gepulverter Thon riecht auch, aber schwächer.[1]

[1] Bouis (J. F. Pharm. 13. 282) leitet den Thongeruch in so fern vom Gehalt des Thons an Ammoniak ab, als das Ammoniak als Behikel für denselben diene. Er entwickle daher mit wässerigem Kali, durch welches das Ammoniak ausgetrieben werde, einen stärkeren Thongeruch und nach Verjagung des Ammoniaks keinen mehr. Roher, 6 Fuß tief aus der Erde heraufgebrachter, von organischen Resten völlig freier, zum Ziegel- oder Backsteinbrennen zeitweise benützter Thon wurde lufttrocken 14 Tage im Zimmer erhalten, darauf in eine tubulirte Retorte gebracht, eine Vorlage angelegt und in kaltes Wasser getaucht. Der Tubulus wurde mit einer Absperrröhre versehen und durch dieselbe destillirtes Wasser tropfenweise zugegossen bis zur Befeuchtung des Thones, so, wie es zur Entwicklung des Thongeruchs in der Regel am besten geschieht. Allmählige Erwärmung trocknete den Thon wieder unter Condensation der mit dem Geruche in der Vorlage sich anhäufenden Flüssigkeit, welche mit reiner Salzsäure vermischt ward.

Nach viermaliger Wiederholung der Procedur wurde das salzsaure Wasser sehr allmählig verdampft, der Rückstand mit wenig destillirtem Wasser aufgenommen, mit Platinchlorid versetzt, worauf unter Zusatz von etwas Alkohol sehr bald sich etwas Platinsalmiak bildete. Thonerde und Eisenoxyd zeichnen sich vor allen andern Metalloxyden durch die Fähigkeit aus, sich mit Ammoniak zu fester Verbindung

Kalkschlamm von Alpenkalkkies (Isar, Lech, Inn) riecht ganz dem Thon ähnlich und fast so stark.

Als Varietäten des Thonbodens fügen wir nach Girardins Annahme noch bei:[1]

§. 25.

Eisenschüssigen Thonboden,

dessen rothbraune, schwärzliche oder pomeranzengelbe Farbe von Eisenoxyd herrührt, das er enthält. Ein geringer Grad von Eisengehalt ist der Vegetation nicht nachtheilig, ein höherer Grad wohl. Wie die Verwesung organischer Substanzen durch Desoxydation als Correktiv wirken kann, ist oben gesagt worden. Schwarze, eisenhältige Böden werden beim Glühen roth, was sie von ähnlich gefärbten Humosen leicht unterscheidet.[2]

vereinigen zu können. Die Niederschläge, die wir durch Ammoniak in Thonerde- und Eisenoxydsalzen hervorbringen, sind wahre Salze, worin das Ammoniak die Rolle einer Base spielt (Liebig).

[1] 35 Gramme vollkommen getrockneter und grob gepulverter (zerriebener) Thon (14 % Glimmersand) nahm 16 C. C. destillirtes Wasser auf, bis er gesättigt war. Sein Rauminhalt entsprach 24 C. C. Wasser. Seine Dichtigkeit mit der des Wassers verglichen, nahm er nur den Raum von 8 C. C. Wasser ein. Dasselbe Quantum, dem Frost ausgesetzt, dann getrocknet und wieder mit destillirtem Wasser versetzt, nur mehr 15 C. C., wiederholt 15,5, so daß Frost und Hitze in den Wirkungen hier zuletzt sich zu gleichen scheinen. Dasselbe Quantum, grob gepulverter Kalkschlamm (Mergel, Bachletten) und völlig getrocknet, nahm 15 C. C. ein, dem Frost ausgesetzt und getrocknet nur mehr 14 C. C., wiederholt, nur mehr 14, und zeigte sich dabei die geringste Diffusion. Schon bei ein Zoll Tiefe mit Wasser gesättigt, begann die durchnäßte Schichte sich weiterem Eindringen stark zu widersetzen. Das Pulver nahm bei gleichem Gewichte mehr Raum ein, als der Thon, ohne jedoch mehr Wasser zu absorbiren.

[2] Der Nilschlamm wird auch wieder hieher gezogen, dessen Analyse nach Lassaigne ergab:

Kieselerde und Sand	42,50
Thonerde	24,25
Eisenoxyd	13,65
Manganoxyd	1,05
Kalk	3,85
Bittererde	1,20
Humussäure	2,80
Wasser	10,70

§. 26.

Kalkhaltiger Thonboden

kann nur als Varietät gelten, so lange der Thonboden unter 5 Procent Kalk enthält, sey es in gröberer oder feinerer Beimischung, wenn darüber, so gehört er zu den Kalk- und Mergelböden (siehe unten).

III. Familie: Kalke.

§. 27.

Kalkerde, Vorkommen.

Es ist nicht gerade häufig ein kultivirter Boden zu finden, der weit über 20 Procent Kalk in Pulverform und zwar kohlensauren Kalk enthielte. Die kalkhaltigen und selbst kalkigen Böden sind dafür um so häufiger und die Mergel deßgleichen übertreffen jene an Ausdehnung.

Die Süßwasserkalke mancher Molassenbecken Deutschlands, die Kreidemergel und die Formationen des weißen, braunen und schwarzen Jura am nördlichen Rande des deutschen Hügellandes (Wesergebirge, porta guestphalica), die Grenzscheide zwischen Frankreich und der Schweiz (Jura), rauhe Alb, fränkischer Jura) liefern nebst dem Muschelkalke Material genug zur Verwitterung und Bildung von Kalkböden. Sie gehen durch den braunen Jura mit seinen Mergeln und den schwarzen (Lias) durch Liasschiefer und Liasmergel einerseits in die Kieselböden, als Liassand, andererseits in die Thone und bituminösen Mergel, endlich in die Formationen der Triasgruppe, nämlich des Keupers, Muschelkalks und bunten Sandsteins über.[1]

Je reiner der Kalk, um so weniger verwittert er (der Marmor!). Sind aber Thonsilikate zugemischt, welche Wasser einsaugen, so beginnt dadurch allein schon zuerst eine mechanische Lockerung, darauf folgt Lösung des Kalkes durch kohlensaures Wasser und Auswaschen

[1] Die jüngsten Glieder des Flötzgebirges bilden die Kreidegebilde, deren obere Lage aus Kreidemergel und unreiner Kreide bestehen, deren erdiger Zustand von ungeheuren Massen von kalkigen Schalen mikroskopischer Thierchen, der Polythalamien, herrührt. Diese bildeten diese gewaltigen Kreidestöcke. Unter ihnen lebten Kieselpanzler, daher wohl die Feuersteine in der Kreide. Plänerkalk und Neocomienkalk schließen sich an.

desselben, so daß zuletzt ein viel thonreicheres Material zurückbleibt als die Grundlage seiner Entstehung ursprünglich vermuthen ließ.

Kalksteine mit 80% kohlensauren Kalk lassen einen Boden entstehen, der nur 3% kohlensaure Kalkerde enthält (Schmidt). Das Element der Kalkerde ist das silberweiße Leichtmetall Calcium, das mit Sauerstoff verbunden die Kalkerde darstellt.

Diese Kalkerde ist weich, weiß, leicht zu pulvern, fast unschmelzbar, alkalisch, wird durch Verbindung mit Wasser unter Erhitzung zu gelöschtem Kalk. Der Kalk kommt als Salz vor, in Verbindung mit Kohlensäure als einfach kohlensaurer Kalk (Kalkspath, Marmor, Kalkstein, Kalksinter, Kreide, Eierschalen) als phosphorsaurer Kalk (Phosphorit, Knochenerde), als zweifach gewässerter, schwefelsaurer Kalk (Gyps, Alabaster).

§. 28.

Keuper.

Der Keuper als ein Theil des Trias zeichnet sich durch das Vorherrschen eines bröckligen, bunten Mergelschiefers ohne scharfe Gliederung aus. Häufig treten Gypse in demselben auf und wechseln jene Schiefer mit Kalken und Dolomiten. Ein mit Kohle gemischter Schieferthon desselben bildet die Lettenkohle.

Er steigt oft als Keupermergel und Keupersandstein über die Flächen des schwarzen Jura (Lias). Man scheidet auch die Schichten des Keupers in bunte Mergel mit Gyps und bunte Mergel mit Sandstein. Diese meist röthlichen, grünlichen oder gelblichen, schieferig abgesonderten und durch Quarzspalten in rhomboidale Stücke getrennten Mergel machen die Hauptmasse der ganzen Abtheilung aus. Der Keuper ist am westlichen und südlichen Abhange des Schwarzwaldes nur wenig verbreitet, am östlichen aber läßt er sich bis Norddeutschland verfolgen und ist insbesondere in Schwaben und Franken sehr entwickelt, dem Muschelkalk überall folgend und ihn bedeckend.

§. 29.

Mergel.

Wichtiger als Kalkboden, der im agronomischen Sinne selten ist, und als Keuperboden, der oft von zweifelhafter Güte ist, ist

der Mergel, die wichtigste, alle Bestandtheile der übrigen vereinigende Bodenart. Mergel heißt eigentlich jeder mit Thon versetzte Kalkstein. Da nun fast kein solcher ohne einigen Thonbeisatz gefunden wird, so nennen Oryktognosten Mergel im engeren Sinne einen mit wenigstens 10% Thon versetzten Kalk, und die Landwirthe wollen ihn als solchen erst anerkennen, wenn er von 20—50% Thon und dabei zwischen 5—10% Kalk enthält. Eine große Verwirrung ist davon die Folge und man fragt mit Recht oft: was ist denn nicht alles Mergel? Die beste Definition ist wohl jene, welche ihn als Kalkschlamm bezeichnet, der sich in der Diluvialzeit, mit Thon, Sand, Lehm, Muscheln, Steinen ꝛc. gemengt, da und dort aufgelagert hat. Durch Zersetzung und mechanische Verkleinerung kann noch alltäglich dasselbe geschehen, also Mergel entstehen. Gebrannter Kalk wird im Boden durch Mengung allmählig zu Mergel. Ein thonarmer Kalkstein heißt auch magerer Kalk. Neben Thon gesellen sich noch Quarzsand, Eisenoxyd und Kohle oft den Mergeln bei. Er bildet meist derbe, auch kugelige und knollige Massen mit erdigem, zuweilen schieferigem Bruch; er ist weich, zerreiblich, matt, undurchsichtig, grau, auch oft braun, roth und gelb, was von Eisenoxyden herrührt. Er fühlt sich mager an und riecht beim Anhauchen thonig. Er zerfällt an der Luft, macht daher den Thonboden locker, zieht Wasser an und hält daher den Sandboden feuchter, mäßigt die Hitze der Kalkböden durch den Thongehalt und liefert viele Pflanzennahrung durch seine Salze. Er besitzt die besten physikalischen und chemischen Eigenschaften unter den Bodenarten. Wenn er 20—30% Thon enthält, liefert er beim Brennen hydraulischen Kalk.

Er kommt vor verhärtet und erdig, schieferig (Mergelschiefer) mit Erdharz als Stinkmergel, mit Kupfererzen als Kupferschiefer. Nach dem Vorwalten von Sand, Thon oder Kalk in ihm, heißt er Sand-, Thon- oder Kalkmergel.

§. 30.

Talk (Magnesia — Bittererde).

Den Varietäten des Kalkbodens schließt sich der Bittererdeboden mit demselben Rechte, wie der Mergel an. Wie in diesen neben Kalk noch Thon als charakteristisch vorkommt, so in jenen neben Kalk noch Bittererde, die sogar oft vorherrschend wird

und dann auf Bildung einer eigenen Familie Anspruch hat. Bittererdeböden sind viel häufiger, als man sonst annimmt, was klar wird, wenn man nur an die große Verbreitung des Dolomit denkt (an den Alpen, im deutschen, wie französischen Jura). Auch außerdem begleitet die kohlensaure Bittererde (Talkerde oder Magnesia) den kohlensauren Kalk fast in allen Ackerkrumen und in allen Pflanzenaschen. In der alten landwirthschaftlichen Theorie war die Bittererde als für die Vegetation schädlich arg verrufen. Daß sie dieß im häufigsten Falle nicht ist, beweist schon die Fruchtbarkeit verwitterten Dolomitbodens, der sich dem Kalkboden, aber lange nicht dem Mergelboden, gleich verhält. Er enthält ja auch Kalk- und Bittererde fast zu gleichen Theilen. Er wird durch geringeres Aufbrausen bei Säurezuguß und Fällung mittelst Aetzammoniak und phosphorsaures Natron erkannt. Wie das Produkt der Verwitterung des Kalksteines oft zu bindend und wasserhaltend und dadurch ungünstig für die Vegetation wird, so auch und noch mehr der Dolomit. Die Besserung seiner physikalischen Eigenschaften durch corrigirende Bodenarten ist somit nächste Aufgabe seiner Melioration.

§. 31.

Kalksinter, — Alm.

Der bedeutendste Absatz aus Gewässern ist der des kohlensauren Kalkes, des gelösten Kalkbikarbonates durch Verdunstung eines Theiles der Kohlensäure. Was heiße Quellen in der Art liefern, sey hier übergangen und nur erwähnt, daß solche oft ihren Sinter in Flüsse führen, die ihn in Ueberschwemmungen den Alluvionen zusetzen.

Wie viele Sinterbildungen aus kalten Quellen unsere Kalkgebirge, unsere Stalaktitenhöhlen ꝛc. zeigen, ist überflüssig erwähnt zu werden. Das Kalktufflager im Becken von Cannstatt und noch mehr die pulverförmigen, krystallinischen Kalktuffe einiger Moore (Erdingermoor in Bayern) und Ackererdeunterlagen verdienen die Beachtung der Landwirthschaft in höherem Maße.

Im bayerischen Tafelland zwischen den Voralpen und der Donau, nördlich der Hochebene von Schwaben und Oberbayern[1] befinden sich mehrere Moore, in denen sich hie und da in großer Ausdehnung ein krystallinischer, sandartiger Kalktuff findet, vom

[1] Auch in Mittelfranken, z. B. Sugenheim.

Volk Alm genannt, der sich dem Pflanzenwachsthum sehr ungünstig zeigt. Man hat ihn mit dem bloß mechanisch von den Alpenwässern fortgeführten und abgesetzten Kalkschlamm, einer sehr wechselnden Alluvion jüngsten Mergels, verwechselt und auf seine primitive Existenz in den Moorbecken und seine wasserhaltende Kraft in statu nascenti die Bildung der Grünlandsmoore abgeleitet. Aber es ist leicht zu erweisen, daß er, anstatt die Moore zu bilden, größtentheils selbst von der Moorbildung abhing. Aus dem mechanisch (suspendirt) fortgeführten Kalkschlamme wird aber kein Alm. Er enthält nach unserer Analyse in 1000 Theilen:

0,400	humose Substanz (von den Torflagern beigemengt und die gelbliche Farbe des Alms verursachend),
0,804	Glimmersand,
6,120	Eisenoxyd,
1,320	Thonerde,
0,140	Natron,
1,100	Chlor,
990,000	kohlensauren Kalk.
999,884	

Keine Phosphorsäure, keine Schwefelsäure, keine Magnesia im reinen Zustande; anders freilich wenn er in den Kreis der Kultur gezogen wird. Er ist also kohlensaurer Kalk mit 1% Beimischung fremder Stoffe. Nicht selten finden sich in ihm feine Krystallnadeln kohlensauren Kalkes.

Der Name „Alm“ wird indessen auch oft von den Landleuten der weißen, pulverförmigen Masse kohlensauren Kalkes in amorphem und ganz unkrystallinischem Zustande gegeben, wie er sich in denselben Mooren, jedoch nicht im Zusammenhange und offenbar nur Verwitterungsprodukt des Kalkgerölles in jedenfalls sehr eigenthümlicher Weise, findet. Allein erst das diesen Niederschlag oder diese Anschwemmung theilweise lösende kohlensaure Wasser läßt beim Verdunsten der Kohlensäure allmählig den Kalktuff oder wahren Alm fallen.

Der erstere wie der letztere ist nur schwach wasserhaltend; wohl aber der Kalkletten, das Produkt mechanischer Zerreibung mergeliger Kalksteine.

Nach Haidinger und Fournet (Compt. rend. XXXVI, 987 und

Kopp, Jahresber. S. 1847 und 1848 [1221]) sind die Stalaktiten zuerst weiche Masse und werden erst später krystallinisch, nicht, wie man bei denselben Kalksinterbildungen annahm, fast schon im Augenblick ihrer Entstehung. Sie beweisen dieß von ähnlichen Zuständen selbst im Meere (beim Alm in Moormeeren?).

§. 32.

Eisensinter.

Wenn gleich als Raseneisenstein und Sumpferz die Eisensinter in größerer Ausdehnung vorkommen, so können sie doch nur in agronomischer Beziehung Beachtung finden, wenn sie als Ockerbildungen noch auftreten oder im Schlamm der trockengelegten Kulturflächen.

Kohlensäure, Quellsäure und Quellsatzsäure, Huminsäure geben mit Eisenoxyd- und Eisenoxydul Verbindungen, die im Wasser mehr oder weniger löslich sind. Eisenoxyd kann dieß nur bei Verbindungen mit kohlensauren Alkalien und quellsaures Eisenoxyd ist auch in Ammoniak löslich.

Durch Fäulniß von Pflanzentheilen wird Eisenoxyd desoxydirt, d. h. in lösliches kohlensaures Eisenoxydulhydrat umgewandelt. An der Oberfläche des Wassers wird es auch oft wieder oxydirt und zu niederfallendem Eisenoxydhydrat, welches dann am Grunde mit der Zersetzung organischer Substanzen in Berührung den alten Kreislauf wieder beginnt.

Ob hiezu die lebendige Vegetation beiträgt, wäre noch zu untersuchen, da ja in der Dammerde selbst dieser Desoxydationsproceß (durch den Kohlenstoff der verwesenden Substanzen) stattfindet (Philips und Wilson) und die verwesende, organische Substanz den Sauerstoff der Luft für sich beansprucht.

Die stickstoffhaltigen Bacillarien des Ockers haben, wenn auch nicht für die Bildung und Existenz desselben, so doch für die pflanzennährenden Eigenschaften des Eisensinters Bedeutung.

Nach Wicke enthält die untere Schichte der Lüneburger Infusorienerde:

Organische Substanzen und Wasser	24,43
Kieselerde	74,48
Eisenoxyd	0,39
kohlensauren Kalk	0,34
	99,64

§. 33.

Moderboden (Humusboden, Moorboden, Moore, Torf).

Man pflegt in landwirthschaftlichen Schriften eine besondere Bodenart, als Humusboden bezeichnet, aufzuführen, was wir, wie schon oben bemerkt, nicht billigen. Der Humus, als Rückstand der Vermoderung organischer Reste (welche oft Fäulniß, noch öfter Verwesung vorher durchgangen haben) angesehen und aus Salzen, mittelst Quellsäure, Quellsatzsäure, Humin-, Gein- und Ulminsäure gebildet, wie aus indifferenten Stoffen bestehend, ist kein Boden, also gibt es wohl einen humosen und humusreichen, aber keinen Humusboden im wahren Wortsinne, es gibt nur Moorflächen mit Torf. Die Dammerde, von der als etwas Specifischem oft die Rede ist, kann aus jeder der von uns aufgeführten Bodenarten, Sand, Thon, Kalk, bestehen, nur sind ihr die Verwesungsprodukte organischer Körper, Pflanzen und Thiere, in verschiedener Menge beigemischt.

Was die Bedeutung des Humus als ein dem eigentlichen Boden zugemischter Bestandtheil betrifft, so ist darüber unten das Weitere nachzusehen, über die Moore aber, als der landwirthschaftlichen Kultur offenstehende Flächen, fügen wir Folgendes bei.

Die Frage der Entstehung der Moore hat Einfluß auf ihre Kultur, also muß sie vorerst erörtert werden. Wesentlich ist den Mooren Vorherrschen des Moders, also humoser Substanzen, des Torfes in verschiedenen Abstufungen.

Moder aber und Torf brauchen zur Entstehung:

a) Wasser,

b) niedere Temperatur,

c) die Bedingungen des Zersetzungsaktes, der Vermoderung genannt wird,

d) eine Fülle vegetabilischer Masse.

Wasser, als die Verwesung der Holzfasern verzögernd, den Zutritt von Sauerstoff hemmend, freiwerdende Kohlensäure zurückhaltend, ist das wichtigste Moment (Rannenholz in tiefen fließenden Wassern!).

Diese Bedingungen sind jetzt noch häufig gegeben und es bildet sich daher noch jetzt Torf, er wächst, wenn auch sicher so langsam, daß an eine ökonomische darauf gegründete Benützung des Torfwuchses nicht gerechnet werden kann. Gegentheilige Beispiele haben

sich als unrichtig erwiesen, wie wir und Lasius uns oft überzeugten. Diese falsche Ansicht entsteht in der Regel durch die Hebung tieferer Torflager, wenn die sie bedeckenden oberen Schichten entfernt werden, und insbesondere da, wo diese Austorfung in schmalen Streifen geschieht.

Aber die Bedingungen ständiger Feuchtigkeit in Boden und Atmosphäre bei weniger störenden Extremen der Witterung waren in den Zeiten der Bildung der Erdoberfläche bei und nach den Diluvialstürmen viel besser, also kräftiger wirkend gegeben, denn jetzt, und daher die Bildung großartiger humoser Massen in vorgeschichtlicher Zeit, wie jene der großen Torfmoore, vielleicht selbst der Guanoinseln, der Braunkohlenflötze.

Es läßt sich die Zeit berechnen, wann manche am Fuß von Gebirgen liegende Kesselmoore von den Gebirgsbächen überdeckt seyn werden, um dann, falls sie nicht ausgebeutet wurden, nach langen Zeiträumen als eine neue Varietät von unterirdischen Torfflötzen zu gelten.

Es gibt verschiedene Arten von Mooren, die sich leicht charakterisiren, als ihre Endpunkte können Hochmoore und Heidemoore angesehen werden, jene die nassesten und vollkommensten, diese die trockensten, am meisten veränderten. Zwischen ihnen liegen die alle ineinander übergehenden Filze, Kesselmoore, Sickermoore, Grünlands- und Wiesenmoore, Brüche, Rasenmoore ꝛc. (infra- und supraaquatische Moore).

Die Bedingungen der Moorbildung haben in unserer Zeit so abgenommen, daß in der Regel nur schon vorhandene Torfsubstanzen im Stande sind, weitere Torfbildungen zu bewirken. Die zersetzunghemmende Kraft der Humussäuren in frostfreier Zeit, immer neu gebildet und wirksam, mag dazu das Meiste beitragen, andere Hülfsmittel, oft als erste Ursache angesehen, nicht minder. Zu letzteren gehören gewisse Torfmoose, Sphagnen zunächst und deren Wasserdunst verdichtende Kraft, dann Durchsickern von Quellen im Mooruntergrunde, die wasserhaltende Kraft des einmal entstandenen Torfes selbst, dieselbe Kraft bei manchen Bodenarten als Unterlage des Moores, Anstauungen. Wenn aber solche Hülfsmittel als erste Ursache angesehen wurden, so ist das thöricht genug, indem es ja leicht ist, eine große Zahl ganz ähnlicher

Bedingungen, jedoch ohne denselben Erfolg, anderwärts nachzuweisen. Man hat zur Zeit wohl Sümpfe allenthalben, aber keine Torflager wiedererzeugt, obgleich dieß im Kleinen bis zur Exemplifikation möglich seyn mag.

Noch grundloser ist die Behauptung einer konstanten Moorverschiedenheit je nach der Moorunterlage, ob Kalk oder Silikate, und die Eintheilung der Moore in Kalk- und Kieselmoore mit Kalk- und Kieselpflanzen.

Schon der Uebergang der verschiedenen Moorarten ineinander, dann der offenbar die chemische Bodenbeschaffenheit hier weit überwiegende Einfluß des Wassers und der damit zusammenhängenden Temperaturverhältnisse, endlich der Nachweis des Vorkommens sogenannter charakteristischer Pflanzen auf beiden zugleich, beweisen das Grundlose der Annahme.

Alle Moore werden durch gewisse Pflanzenfamilien im Großen charakterisirt: das sind die Ried- oder Halbgräser (Cyperaceae), vorzüglich von den Gattungen Carex, Scirpus, Schoenus, Rhynchospora, Cyperus, Eriophorum; einige wirkliche Gräser, z. B.: Molinia, Glyceria, an trockenen Orten auch Holcus und Anthoxanthum, endlich Typha, Sparganium, Calamus, dann Moose in den frühesten Zeiten, vorzüglich Sphagnum-Arten auf den Hochmooren.

Unter den Bäumen und Gesträuchen: Pinus pumilio und sylvestris, Betula nana, humilis und fruticosa, Salix repens und myrtilloides, Rhamnus frangula, Vaccinium oxycoccos, uliginosum, auch Vitis idaea, Myrica Gale, Sedum palustre, Andromeda polifolia, Erica tetralix und Calluna vulgaris, auch Alnus u. a.

Eine nicht minder interessante Moorflora, in geringerer Masse auftretend, schließt sich dieser an. Obgleich jede vegetabilische Masse torfbildend seyn kann, so verhalten sich doch die Pflanzen dabei verschieden. Die Sphagnen z. B. scheinen ihre lockere Gestalt immer beizubehalten, wie die enormen Schichten solchen Moortorfes in den norddeutschen Mooren, selbst unter der compakten schwarzen Schichte, beweisen und wie ich am Düvelsmoor und Griesebach anderwärts beobachtete.

Diese Pflanzen sind es, welche die vegetabilische Masse, wenigstens

jetzt, zur Moorbildung, d. h. zum Torf liefern, der letztere mag dann was immer für eine Beschaffenheit haben. Seine Analyse müßte die Aschenbestandtheile jener Pflanzen nachweisen, wenn nicht durch die Humifikation schon einige lösliche Salze, zunächst die Alkalien, mit dem Wasser entfernt und manche andere durch zufällige Beimischung mittelst Quellen, Bächen, Alluvionen dazugekommen wären. Unsere Torfanalysen sind durch letztere insbesondere bedeutend getrübt.

Sphagnum acutifolium, aus dem Moore von Schleißheim mit Kalkunterlage, von mir untersucht, zeigte starken Kalkgehalt, auf dem Quarzsand eines Moores um Nürnberg gesammelt, zeigte es kaum Spuren davon.

Es ist abstrus, Torfbildung ohne Moor und umgekehrt annehmen zu wollen, und dann nur von torfähnlichen und moorähnlichen Bildungen zu sprechen. Moorbildungen können sich eben auf einige Schuh Ausdehnung (z. B. an isolirten Felsblöcken) erstrecken und nur torfähnliche Bildungen, d. h. Anfänge, zeigen, wie dieß oft auch in sehr großer Ausdehnung der Fall ist.

Es ist unzweifelhaft, daß den im Moore wachsenden Pflanzen dieselben Luftbestandtheile geboten sind, wie den auf den übrigen kultivirten Erdstrichen. Es steht ihnen derselbe Sauerstoff und Wasserstoff, die Kohlensäure und gewiß auch die Ammoniakverbindungen der Luft und des atmosphärischen Wassers (Schnee und Regen) zu Gebote.

Aber an den Aschenbestandtheilen fehlen einige entschieden und gerade die wichtigsten.

Die Analysen der Torf- und Moorerde haben einen auffallenden Mangel an Alkalien und phosphorsauren Salzen dargethan, weil, wie unter anderen auch Fresenius annimmt, sie während des Vermoderungsprocesses der Pflanzen zur Torfbildung aufgelöst und weggeschwemmt werden.

Das erleidet allerdings eine Ausnahme, wenn dem Torfe oder dem zersetzten Torfe als Modererde mineralische Bestandtheile durch Anfluthung aus früherer Zeit oder sonst wie zufällig (und nicht ihm wesentlich angehörend) beigemischt sind. Die Asche des reinen Torfes, wie er uns zunächst vorliegt, hat außerdem eine gewisse Uebereinstimmung.

Fikentscher fand in der Torfasche vom Fichtelgebirge:		Berthier in der Torfasche von Departement de la Marne:
Kieselsäure	36,5	
Thonerde	17,3	22,5
Eisenoxyd	33,0	
Kohlensauren Kalk	2,0	51,5
Talk	3,5	
Schwefelsauren Kalk	4,5	26,0
Chlorkalcium	0,5	
Kohle	2,7	

(v. Liebig l. c.)

Sprengel fand in 1000 Theilen Torfasche von verschiedenen Theilen des Moores:

Quarzsand	110
Kieselerde	200
Thonerde	185
Kalkerde	59
Kohlensauren Kalk	153
Eisenoxyd	124
Manganoxyd	1
Gyps	123
Phosphorsauren Kalk	15
Kochsalz	40
Verlust	11
	1000

Es ist bekannt, daß die Alkalien gegenseitig sich ersetzen zu können scheinen, aber hier fehlen alle.

Es ist nicht minder gewiß, daß gerade für die Bildung der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Samen die phosphorsauren Verbindungen von entschiedener Einwirkung sind. Die Analysen von Liebig, Will, Fresenius, Schloßberger und den besten französischen Chemikern beweisen dieß. Darin allein schon läge die Erklärung des leichten Kornes bei üppigen Halmen der Cerealien auf Moorgründen.

Sagen zu wollen, daß die Lebenskraft der Pflanzen im Stande seyn möchte, diese im Boden fehlenden Stoffe aus sich selbst, d. h. aus Nichts, bilden zu können, daß also die Natur hier Phosphor, Kalium, Natrium u. s. w. schaffen könne, heißt nichts anderes, als

die Geschichte der Ernährungstheorie der Pflanzen von den Zeiten der immediaten Stoffbildung aus Wasser allein, aus Luftöl und Seifen neben dem Spuk der Palingenese bis zur Humustheorie nicht kennen, von der Ausbildung der analytischen Genauigkeit keinen Begriff haben, endlich die Fundamentalsätze aller Naturforschung bei Seite setzen.

Können die Naturkörper von jenen Gebirgsmassen der Infusorienbildung aus Kiesel- oder Kalkschalen bis zum kleinsten Wasserarmleuchter herab neue Körper schaffen, Elemente aus Nichts erzeugen, so hätte längst die Erde ihre Schwere, damit ihre Gravitation verändern müssen und wäre aus ihrer Bahn gewichen. Allein selbst wenn sie diese Stoffe bilden könnten, so sind wir noch nicht geneigt, die Produktivität der Moore allen übrigen Bodenarten gleich zu setzen, ebenso wenig, als wenn Jemand meinte, sie würde durch künstliche Beigabe von phosphorsauren Salzen (z. B. in den gebrannten Knochen) oder von Alkalien (in Potasche oder Kochsalzdüngung) allein schon bewirkt. Die Zugabe dieser fehlenden Salze ist ebenso wenig noch, wie bloße Bewässerung, entscheidend.

Der agronomische Hauptübelstand der Moore liegt in dem extremen Verhalten der Moorschichten zu den Faktoren des physikalischen Klimas, zu Feuchtigkeit und Wärme, ferner in seinen Gewichts-, Cohäsions- und Adhäsionsverhältnissen. Herrscht feuchte Witterung längere Zeit im Frühlinge, so kann lange Zeit fort der Moorbauer nur sehr schwer an sein Feld gelangen, geschweige denn darauf arbeiten. Tritt trockne Witterung ein, so ist rasch alle Feuchtigkeit auf entwässerten Mooren entschwunden, der Wind weht trockene Moorerde weg. Die Extreme der Witterung, nasse oder sehr trockene Jahrgänge, wie die Praxis sagt, machen Theuerung, d. h. Mißwachs, die nassen Jahre noch mehr und schneller als die trockenen. Der Moorkulturant hat diese Extreme viel härter auszustehen, eben weil sein Boden gleich Nässe aufnimmt und sich in der Trockenheit rascher erwärmt, ja er hat diese Uebelstände schon im geringeren Grade bei jedem Witterungswechsel, der dem Arbeiter auf gewöhnlichen Mittelboden noch zum Vortheile gereicht.

Im nassen Moorboden versinken Zugthiere und bleiben die Geräthe stecken, im trockenen Moorboden finden die Pflanzen selbst nicht einmal den nöthigen Halt für ihre Wurzeln, um sich zu

befestigen, der Frost zieht die Pflanzen leichter auf, weil die lockere, schwammige Erde allen Extensionsverhältnissen leicht nachgibt. Die ständige Klage aller Moorbewohner betrifft die Nachreife (oder Nachtreife), die starken, den blühenden Pflanzen und Obstbäumen so verderblichen Moorreife. Mit den Reifen ist erfahrungsgemäß oft eine Depression der Temperatur um 3—4° R. auf den Mooren gegenüber den adjacenten Fluren verbunden, d. h. sie ist ihnen wesentlich. Einstimmig wird ihre Ursache in der großen Ausdehnung schwammiger mit Feuchtigkeit angefüllter und überdieß ein großes Vermögen der Wärmeausstrahlung besitzender Flächen gefunden. [1]

Wie nun wird man im Stande seyn, dieses Wärme entführende Ausstrahlungsvermögen schwarzer, poröser, schwammiger Flächen zu nehmen? Daß es Entwässerung allein nicht thut, zeigt das Donaumoos, welches völlig entwässert ist, aber noch an diesen, obwohl etwas minder heftigen Reifen leidet.

Erfahrungen, auf dem Freising-Erdinger-Moore gemacht, zeigen, daß Waldbestand diesen Uebelstand mildert. Der Grund liegt nahe, aber man wird solche Flächen nicht lediglich in Wald umwandeln wollen und können.

Aber der Ueberzug des entwässerten Moores mit mineralischen Bestandtheilen, d. h. mit angeschlämmten Erden, wird diese Fläche eben auch bezüglich des Vermögens der Wärmeausstrahlung mit allen übrigen Bodenflächen gleich setzen und somit das Extreme aufheben.

Boussingault hat diese Ausstrahlungsverhältnisse besonders klar dargestellt und durch Versuche genauer gewürdiget. Dieselben sind von dem Wärmeverlust mittelst der durch Wasserverdampfung gebundenen Wärme, wie er z. B. an Flußufern, Seen u. s. w. vorkommt, sehr wohl zu unterscheiden.

Diese Ausstrahlung findet zwar bei bedecktem Himmel weniger

[1] Lesqeureux, der trotz mancher trefflichen Beobachtung, doch zu einseitig auf seine Sphagneen alle Erscheinungen zurückführen will, spricht für die geringe Ausdünstung der Sphagnenarten, ihre schnelle Erwärmung und wärmehaltende Kraft. Allein Moore, bloß mit Sphagnenarten bedeckt, sind Ausnahmen. Ebenso besteht die Mooroberfläche nicht aus Torf, oder gar kohligen Torf, sondern Modererde und Pflanzenfilzen, die allerdings sehr stark Wärme ausstrahlen.

statt und die Moore haben oft große Nebelschichten über ihrer Oberfläche, diese wirken dann wie der Rauch, d. h. den klaren Himmel verhüllend und somit das Ausstrahlen der Wärme gegen ihn hindernd. Allein einmal sind alte Pflanzengewebe, Grasfilze und vegetabilische Moor- und Torfgeflechte ganz besonders stark ausstrahlende Körper und dann ist der Himmel insbesondere im Frühlinge und Herbste auch über den weiten Moorflächen in den Nächten oft sehr klar und hell, in diesen Zeiten nun wirken die Nachtreife so verheerend. Die umgebende Luft ist oft noch nicht bis zu Null gesunken, aber die Erde ist bis auf 3—4° unter Null erkältet und damit erfrieren dann viele zartere Pflanzentheile. Im Sommer selbst fällt in einer starken Ausstrahlungsnacht das Thermometer im Grase oft 7—8° R. tiefer, als es in der Luft steht.

Es ist klar, daß der Mondschein an diesen Spätfrösten nicht schuld ist, wie die Landleute meinen, sondern eben die helle und klare Luft, der unbewölkte Himmel. Hören wir nun, was die Erfahrung zu dem allen noch sagt.

Dem Moorboden gehört bekanntlich eine ganz eigenthümliche Vegetation an — die Moorflora, welche die alten Humustheoretiker so oft gegen die Schule Liebigs in's Treffen führten. Sie meinen, diese Moorpflanzen müßten ja von organischen Substanzen, vom Humusextrakt und der Humussäure leben, weil sie ja so zu sagen völlig darin steckten.

Indessen sind auch Salze in den Moorschichten und die Pflanzen enthalten sie wieder, und die luftförmigen Nahrungsstoffe fehlen ihnen auch nicht. Wenn ihnen einige Salze ohne Schaden fehlen können, und das Moorwasser ihnen förderlich ist, so deutet dieß eben auf ganz besondere Pflanzenarten, die dergleichen nicht bloß eben vertragen können, sondern es ganz absolut so verlangen. Wer getraut sich die Pinquicula- und Primula-Arten, den Schoenus nigricans oder Carices und Eriophora unserer Moore auf den Sand- oder Lehmfeldern unserer Hügelketten oder in den Donaumarschen fortzubringen?

Viel leichter wird man eine Pflanze vom Nichtmoorlande in's Moor verpflanzen können, als eine erquisite Moorpflanze in's gewöhnliche Ackerland. Wenn man nun solche Kulturpflanzen hat, welche ursprünglich wild etwa in Mooren vorkämen, so kann ohne

Zweifel ihre Kultur den höchsten Punkt erreichen. Buchweizen und vielleicht Hanf und Mohn, der Mannaschwingel, Gerbeknöterich und die Tormentill mögen hier ihren Platz finden, aber von den wichtigsten Nutzpflanzen, von den Getreidefrüchten zunächst, kann dieß nicht gesagt werden. Dieß die Erfahrung der Botaniker, aber die Landwirthe sind bezüglich ihrer Nutzpflanzen nicht minder im Reinen.

Nach Kling (Beschreibung eines Kulturversuches im Donaumoos) München 1806 S. 42 ff.:

erfriert der Sommerweizen am 24—25. April 1801
gibt nur das $2^3/_4$fache Korn 1802
und nur das $2^1/_2$fache „ 1803
und ist endlich häufig taub 1805
nur einmal in 5 Jahren 1804 ist die Ernte völlig gut.

Was er pro 1805 zu mastſtehen nennt, ist eben dieser oft gerügte Uebelstand des zu starken Schießens in den Halm und geringer Kornansatz. Haber wächst so schön in's Stroh als Gerste, gibt aber noch weniger Kern. Die Gerste gibt S. 54 viel Stroh, aber wenig Kern. Der Spelz gab drei Jahre hindurch Ernten, die kaum des Dreschens werth waren (S. 45). Mit dem Winterweizen sind häufiger gute Ausnahmen angeführt, allein wer sieht, daß Kling im Moorboden mit Weizen Versuche anstellt, diejenige Halmfrucht, die bindigen Boden vor Allem verlangt, wer S. 92 liest, daß er den Esperbau für den Torfboden empfiehlt, weil diese Kleeart hier beim ersten und zweiten Schnitt zur Blüthe gekommen wäre, was bei dieser Kleeart selten der Fall sey, und vieles andere noch, der wird Klings Competenz zur Beurtheilung landwirthschaftlicher Erfolge sehr einschränken müssen.

Die Staatsgüter-Administration in Schleißheim sagt in ihrem Berichte über den Moorboden daselbst, daß die darauf gebauten Halmfrüchte zwar stark im Stroh, aber leicht und schwach in den Körnern seyen.

Man muß indessen bei Benützung solcher Versuche sehr vorsichtig seyn, denn eine etwa verkohlte Torfoberfläche mit Bauschutt, Holzasche und Stallmist reichlich gedüngt mag allerdings ein vortreffliches Ernteresultat liefern, wenn anders nicht Witterungsextreme herrschend waren; aber kein Landwirth kann künstliche Düngermittel, welche die Wirthschaft nicht selbst erzeugt, immerfort bei solcher

Gefahr des Gedeihens anzuwenden wagen, und Stallmist? den wird der Moorbauer mit seinen Moorweiden und sauren Wiesen ohne sicheres Gedeihen einer einzigen Kleeart gewiß spärlich genug haben. Hier liegt vorzüglich der Knoten, und Futtererzeugung durch Krumebildung mittelst Anschlämmung und Bewässerung ist die Lösung.

Wenn man düngt, geben auch die entwässerten Moorwiesen, deren Plagge vorher verbrannt wurde, einen ausgezeichneten Ertrag. „Versäumt man aber diese Düngung nur ein Jahr," sagt Lesquereux, „so bemächtigen sich die Moose des Bodens sehr schnell und der Heuertrag vermindert sich. Vermischt man Mergel oder Holzasche mit dem Dünger, so wird der Boden noch ergiebiger."

Da nun eine Wiese nur dann ökonomisch gedüngt werden darf, wenn für jeden verbrauchten Centner Stallmist ein halber Centner Heu mehr, als vordem die Wiese trug, erhalten wird, dieses Mehr aber nirgends erreicht wird, so ist das Düngen der Wiesen nur ausnahmsweise (in der Nähe von Städten) gestattet, dem Moorbauer wird es aber schon gar nicht in den Sinn kommen können, da er den Dünger als vorzüglichstes Meliorationsmittel für seine Felder resp. Halmfrüchte noch viel nöthiger hat, als der Landwirth auf dem gewöhnlichen Lehmboden. Der Verbrauch von künstlichen Düngmitteln oder Abfällen mancher Art öffnet aber auch hier eine freiere Bewegung.

Demnach bleiben wieder nur die mit dem Wasser zu gebenden befruchtenden Theile, schon lösliche Salze und noch ferner verwitternde und physische Besserung erwirkende (mineralische) Massen übrig.

Eine alte Wirthschaftsweise ist das Verbrennen und Verkohlen der Rasenplaggen auf Torfmooren, in deren Asche und kohligen Krume dann Nutzpflanzen gebaut werden.

Diese Wirthschaft ist ganz analog der Hackwälderbrandwirthschaft an verschiedenen Orten Deutschlands und wird auf den Mooren Norddeutschlands, insbesondere im Nordwesten, häufig geübt. Sie ist, wenn ohne wohl betriebenen Torfstich und reichen Absatz des Brennstoffes, ein armseliger Nothbehelf und die Plaggenbrenner sind durchwegs arme Wirthschafter. Der Grund liegt nahe.

Durch das Verkohlen und rasche Verbrennen der Rasenschichte wird die sonst langsame Verbrennung mittelst Zersetzung eben in

ihren Erfolgen zu rascherer Wirkung gebracht. Es werden so viele nährende Salze zugleich frei, die physikalische Beschaffenheit durch die mineralischen Aschenbestandtheile augenblicklich so weit verbessert, daß einige Jahre durch die Vegetation ziemlich günstig ausfällt. So lange der von den verbrannten Pflanzentheilen herrührende Alkaligehalt im Boden anhält, setzt auch der oft 4 Jahre hintereinander hineingesäete Buchweizen Samen an, dann aber nur mehr Blätter und Triebe, er blüht taub. Ueberhaupt muß das Feld nach dieser Brandkultur wieder lange Zeit (30 Jahre) liegen bleiben, bis man die indessen neu gebildeten Plaggen eben so wieder abbrennen kann.

Aber „wehe den Familien," sagt Lasius, ein trefflicher Kenner dieser Verhältnisse, welche ihre Existenz lediglich auf Buchweizenbau gründen." Es gedeihen übrigens auf solchem Brandlande auch Kartoffeln, Roggen, Rübsen, Haber.

Was auch soll endlich mit einem Moore werden, welches in bestimmten Perioden immer einen großen Theil seiner es zusammensetzenden Bestandtheile geradezu verliert? Wenn in 100 Pfd. Schleißheimer lufttrockenen Torfes nur 8 Pfd. Asche sind (wir wissen, daß es Torfarten mit viel mehr oder auch weniger Asche gibt), und ein Kubikfuß lufttrockenen Torfes wiegt 20 Pfd., also ein Tagwerk ein Fuß hoch 800,000 Pfd. und man verbrennt nur die Hälfte davon, also 400,000 Pfd. zu Asche, so wird man 32,000 Pfd. Asche erhalten, die sicher kaum den zwanzigsten Theil des alten Raumes einnehmen. Also wäre die ½ Fuß hohe Oberfläche etwa auf einige Linien zusammengeschwunden. Es ist klar, daß man ohne Torfnachwuchs auf diese Weise bald dem Grunde des Lagers nahe gekommen seyn müßte und man eigentlich sein Feld verzehrt hätte. Indessen auch ohne raschen Brand, schon mit langsamer Verbrennung, mit Zersetzung der Torfschichten an der Luft, mit ihrem Zerfallen zu Modererde, ist bei völlig ausgetrockneten Mooren eine Annäherung an den Moorgrund natürlich.

Das wissen auch die Moorbauern auf trockenen Gründen sehr wohl, denn sie sehen sich genöthiget, von Zeit zu Zeit mit dem Pflug etwas tiefer zu greifen, um wieder mehr Masse zur Modererde zu bekommen. In den Bremermooren sind die seit langer Zeit bebauten Strecken einige Fuß tiefer, als die trockenen adjacenten, aber unbebauten.

Diese Senkungsverhältnisse dürften bei Nivellements der Moore, die vor langer Zeit angestellt wurden, zu beachten seyn.

Weiß man ja doch, daß oft Entwässerungsgräben verschlammt scheinen, während sie doch nur an den Rändern eingesunken sind und breite Böschungen künstlich bildeten. Nach Kling entstanden im Donaumoore nach der Entwässerung Risse von ein Fuß Breite, welche 5—7 Fuß tief gingen. Daß die Entziehung von Wasser durch Zusammendrücken allein schon die größte Senkung hervorrufen müsse, ist klar und soll später noch besprochen werden. Anders aber gestaltet sich die Sache, wenn ein wohl organisirter Torfbetrieb die Hauptsache, die Landwirthschaft nur eigentlich Nebensache ist.

Alle Nachrichten stimmen überein, daß diese auf zusammenhängenden Schiffsgräben mit Wassertransport bis an den Verkaufsplatz beruhende Kultur der sogenannten Veen-Colonien in Friesland und Holland, der Moorbauer im Bremischen und Oldenburgischen nur ihren Halt in der Torfkultur, in dem großen Bedürfnisse des Torfes als Brennmaterial in holzarmen Gegenden hat. Den Torf auf Kanälen bis in reich bevölkerte Städte bringen, immer reichen Absatz finden und Dünger aus der Stadt als wohlfeile Rückfracht mitnehmen können, das sind sehr günstige Bedingungen für den Landbauer, der hier im regelmäßigen Turnus Brennstoff erzeugt auf Flächen, die ihn sehr wenig im Ankauf kosteten. Nach der Austorfung der Fläche tritt auch eine treffliche Kultur noch ein, indem die Bauern den am Moorgrunde noch befindlichen Sand oder Mergel, die mineralischen Bestandtheile, mit der Bunkerde vermengen und nun einen gewöhnlichen Feldboden erhalten.

Der Gedanke, vorerst das gegebene werthvolle Brennmaterial zu benützen, ehe man andere neue Werthe erst zu schaffen sucht, ist jedenfalls sehr bestechend. Dazu kommt, daß bei vorgehender Entwässerung der Torfstich nur wenig leidet und tiefer geführt werden kann, und die vollkommene Kultur durch Mischung des mineralischen Torfgrundes, wo dieser günstig beschaffen ist, mit der Modererde und den Torfresten ermöglicht ist, ohne kostbare Bewässerungs- oder Beschlammungsanstalten.

Nicht minder ist vorauszusehen, daß die zunehmende Bevölkerung mehr Ackerland dem Walde zu entziehen streben wird, daß die

Produkte des Waldbaues immer theurer, also der Preis ihres Surrogates, des Torfes, immer mehr steigen wird.

Uns scheint eine systematische Verbindung des Torfstiches mit der gründlichen (durch Bewässerung und Beschlammung zu erzielenden) Kultur des ausgetorften und des noch lange auf die Torfnutzung harrenden Grundes das natürlichste und wirthschaftlichste zu seyn, begreiflich aber nur in jenen Gegenden, welche reiche und gute Torflager besitzen, nicht in den weiten und seichten sehr ausgedehnten, das eigentliche Moor umschließenden Umgebungen desselben, auf welchen die Anschlämmung mit Bewässerung das einzige Heil ist.

Wenn je die Zeit kommen sollte, in welcher es vortheilhafter seyn wird, Holz auf den Feldern zu bauen, als andere Früchte, dann wird der oben auf dem Moore seine Fettmarsch anbauende Moorbauer auch kein Hinderniß finden, die unteren Schätze an den Tag zu fördern.

Er wird dann auch den Holzanbau im Moore besonders würdigen lernen, nur ist dieses nicht so bald da, als man es braucht. Bevor man indessen sich schlußfertig macht, möge man die noch weiteren Arten der Beurbarung und Kultur von Moorflächen genauer würdigen, und das ist die Bewässerung und Anschlämmung. Von jener elenden Wirthschaft, wie sie sich in einzelnen jammervollen Ansiedlungen auf den Mooren aus einer früheren Zeit her gebildet hat, mit dem geringen Grundbesitz von oft nur 10 oder gar 1—2 Tagwerk und der thörichten Anweisung, auf Kleebau sich zu verlegen, mit der rücksichtslosen Zutheilung von bloß nassen Torfgründen an Einen, von dürrem Heideland an den Andern, ohne Bewässerungsfähigkeit, von dieser Dreifelderwirthschaft mit Weidetrieb auf Moorgründen reden wir gar nicht.

Sie hat sich zunächst schon dadurch gerichtet, daß man keine weitere Hülfe für sie wußte, als immer neue unentgeltliche Ueberlassung von Weideflächen. Immer extensiv gewirthschaftet, bis endlich auf dem Moore nur einige Familien ihre Arbeit schlecht genug vergolten finden. Die Aufgabe ist aber, hier Viele zu nähren.

Die Bewässerung ist als das Geheimniß der völligen Kulturbefähigung entwässerter Moore bis jetzt angegeben worden und man hat oft in tiefsinniger Weise den Spruch warnend zugerufen: „Hütet

euch, von der Wassersucht in die Dürrsucht zu fallen." Allein wir sagen, eben so wenig eine wiederhergestellte Wassersucht die Heilung der Dürrsucht ist, selbst wenn man die beliebige Entfernung derselben wieder in der Hand hat, eben so wenig ist die Bewässerung allein Grundmittel der Moorkultur. Schon unsere obigen Vordersätze müssen dieß beweisen.

Die Bewässerung ersetzt selten nur die im Moorboden fehlenden zur vollkommenen Ernährung der meisten Nutzpflanzen nothwendigen Salze (die Alkali- und Phosphorsalze) und verändert in nichts die mangelhaften sogenannten physikalischen Eigenschaften des Moorbodens.

Zwar ist gewiß, daß eine neue über das Moor strömende Wasserschichte einen großen Theil des alten sauren Moorwassers mit vielen die Flüssigkeiten braun färbenden Extracten vor sich hertreibt oder verdrängt. Im Kleinen kann dieß versinnlicht werden, wenn man einen Blumentopf mit nassem fest geknetetem Torfe anfüllt, obenauf mit Flußschlicker etwa ein Zoll hoch bedeckt und dann Wasser zugibt. Es wird nach einiger Zeit nur stark braun gefärbtes, selbst sauer reagirendes Wasser unten abfließen.

Dieß ist allerdings schon ein Vortheil für die Vegetation, welcher sich durch Hervorsprossen und kräftige Entwicklung mancher süßer und gedeihlicher Wiesenpflanzen kund gibt. Ferner bringt jedes Wasser einige Salze in Lösung mit sich, Quellenwasser die meisten, Flußwasser kommt demnächst.

Kohlensaures Wasser löst kohlensauren Kalk auf und die förderliche Einwirkung dieses auf die Vegetation ist unbestreitbar. Die Hauptsache ist aber, daß mit künstlicher Bewässerung die Möglichkeit gegeben ist, in trockenen Jahreszeiten auf den entwässerten und so leicht ausdorrenden Schichten der Modererde Wasser nach Belieben zuführen zu können. Also düngend und feuchtmachend, so wirkt, wie für alle Wiesen auch hier das Wasser. Aber hören wir die Einschränkungen.

Vorerst ist nicht zu vergessen, daß sehr häufig in den Mooren sich kein anderes Wasser zur Bewässerung darbietet, als eben ein im Moore selbst entstandenes, saures, gelbbraunes, nur der Moorvegetation zusagendes Wasser, welches jeder Landwirth für süße, gute Wiesen zu nehmen gewarnt ist. Eine tüchtige Analyse des zur

Bewässerung vorgeschlagenen Wassers ist oft rathsam. Die Erfahrung leitet indessen hier oft.

Ein anderer Nachtheil ist, daß die Moorgründe für Einrichtung der vortheilhaftesten, hier insbesondere empfehlenswerthen Ueberrieselungsbewässerung in der Regel viel zu eben sind und zu wenig Gefäll bieten, also in schiefe Flächen (Rücken) umgelegt werden müssen. Dieser Nachtheil würde gehoben werden, wenn der Vortheil des Umbaues sich nicht durch die eigenthümliche Beschaffenheit des Moorbodens sehr bald wieder aufheben würde. Der in Rücken erhobene und ausgetrocknete Boden schwillt nämlich nach der Bewässerung bald wieder schwammartig an, gibt den Eindrücken überall nach und darauf umhergehende Menschen und Thiere, sowie die eigene Schwere der erhöhten Massen bringen ihn bald wieder außer Form und in seine alte Lage zurück.

Durch die einfache Bewässerung werden jene so nachtheilig wirkenden Extreme zu großer Nässe durch Absorption (bei anhaltendem Regenwetter) und Früh- wie Nachreife durch Ausstrahlung und Verdünstung (s. oben) nicht gehoben. Man kann sagen, wenn das Moor mit Nutzpflanzen angebaut, d. h. kultivirt ist, so hören die Nachreife auf, weil die Ursachen entfernt sind. Aber Jeder sieht den Cirkel in diesem Schlusse.

Durch Bewässerung wird nun dem einen Extreme, zu großer Austrocknung im Sommer, abgeholfen. Wie nun erst, wenn Jemand eine großartige Staubewässerung vornehmen würde, und eine andere läßt sich kaum der Bodenbeschaffenheit halber einführen, und es träte plötzlich anhaltendes Regenwetter gleich darauf ein? Würde er in diesem Falle nicht noch schlechter daran seyn, als sein Nachbar, der nicht bewässerte? Man sage nicht, solchen üblen Zufällen sey man bei jeder Bewässerung auch auf anderem Boden ausgesetzt. Die Grasvegetation auf anderen Bodenarten verträgt einen Ueberfluß an Feuchtigkeit sehr lange Zeit und meist nur mit größtem Vortheile.

Schiefe Fläche des Moores von Natur aus ändert indessen die Nachtheile sehr ab.

Ausgedehnte kesselförmige Moore sind bekanntlich niemals vollkommen zu entwässern.

Diesem setzt sich nämlich nicht bloß die eigenthümliche wasserhaltende Kraft des Torfbodens (die Impermeabilität desselben nach

Griesebach) entgegen, sondern auch die verschiedene Tiefe, das Vorhandenseyn von Quellen im Moorgrunde und die Unmöglichkeit, die Sohle der Entwässerungsgräben bis zu dem Moorgrunde allüberall zu führen. Wird die durchschnittliche Höhe des Wasserspiegels vieler Moorflüsse und Bäche es erlauben, Entwässerungskanäle in sie mit anderem Gefälle und tieferer Sohle zu führen, als schon die dahin ausmündenden Moorflüßchen haben? Wird nicht bei partiellem Bewässerungsangriffe aus allen anderen Quell- und Bachgebieten des Moores das Wasser, durch die Torfschichten leicht durchziehend, hieher fallen und wird so nicht ein nur mangelhaftes Resultat erreicht werden?

Es wird somit bei Einführung großartiger Bewässerungssysteme sehr in Beachtung zu ziehen seyn, ob die Entwässerungsgräben durch die noch dazu in sie geleitete Masse von Bewässerungswasser, ob nicht endlich in gewissen Zeiten die Alles aufnehmenden Flüsse mit Wasser überfüllt werden und Rückstauung entsteht. Es scheint uns indessen eine radikale Entwässerung auch der tiefsten Moorschichten zur Kultivirung überflüssig, eher noch nachtheilig, als nützlich.

Hören wir zuletzt noch, was die Erfahrung bezüglich der Moorbewässerung sagt.

Da die Bewässerung von Moorflächen allerdings ein erster Grad der Verbesserung ist, so muß man sich doch insbesondere hüten, diesen Grad allzuhoch zu schätzen und sich nicht von dem ersten günstigen Eindruck verblenden lassen. Adam Müller, der rationelle Oekonom von Gerhardsbrunn, hat uns nach seinen am Landstuhl-Kaiserslautener Moor in der Pfalz erholten Erfahrungen versichert, daß die Bewässerung wohl einige Verbesserung hervorbringt, aber weitaus nicht ausreiche; erst wenn ausgetorft sey, der Torfmulm mit der unterliegenden Erde vermischt werde, dann sey gründlich geholfen.

Dasselbe hat uns Herr Zinker, ehedem Verwalter in Erching, also im Freising-Erdinger-Moore, versichert, und andere haben gar das gute Wasser der Moorbäche, welches sie zum Bewässern verwandten, nach der Entwässerung verschwinden gesehen.

Wir selbst haben die Erfolge eines im Kleinen versuchten Rückenbaues mit Bewässerung im Schleißheimer Moore zu beobachten Gelegenheit gehabt. Nichts leichter als im weichen Torfgrunde Rücken bauen. Aber weder die Vegetation hat sich nach Qualität und selbst

erheblich nach Quantität geändert, noch auch selbst die beim Bewässern schwammartig sich aufblähenden Rücken blieben im alten Zustande.

Veit, ehedem zu Schleißheim, sah sich der überhand nehmenden oberflächlichen Abtrocknung des Moores wegen genöthigt, Wässerungsgräben in der Richtung des Gefälles durch einen Theil seiner Moorgründe ziehen zu lassen, aber obgleich nun wieder eine gute Moorvegetation hergestellt wurde, so wird doch Niemand sagen, daß das darauf geerntete Futter besser als Moorheu war.

Es wäre leicht noch eine große Anzahl von ähnlichen Erfahrungen hier aufzuführen.

Es hat aber die Bewässerung mit oder ohne Anschlämmung doch eine andere Seite, wodurch ihr Werth sehr erhöht wird. Es ist nämlich sehr die Frage, ob nicht die Besitzer der inneren Moortheile, welche besonders guten und tiefliegenden Torf haben, bei den sicher zunehmenden Preisen des Brennmaterials geneigt werden dürften, auf Torfnachwuchs zu spekuliren und diese inneren Moore nur zu Torfstich allein zu benützen?

Mit Wasser zur Hand dürfte dieß in erheblicherem Maße ausführbar seyn, als bisher bemerkt werden konnte, eine zu starke Entwässerung wird aber dem Torfe nachtheilig werden. Immerhin wird der Moorbesitzer Alles durchzuführen im Stande seyn, wenn man nach möglichster Entwässerung ihm das Wasser zur Beschlammung so habhaft als möglich macht.

Das alleinige gründliche Mittel zur vollauf lohnenden Beurbarung unserer Moore und Heiden ist die Anschlämmung, so eingerichtet, daß nachher mindestens auch eine regelmäßige Staubewässerung fortdauernd zur Verfügung steht. Durch die Anschlämmung werden:

1) Die fehlenden mineralischen Bestandtheile zur Aenderung der nachtheiligen physikalischen Eigenschaften des Bodens gegeben, was uns das Wichtigste scheint. Wenn diese mineralischen Bestandtheile im Untergrunde seicht unter dem Moorboden liegen, mag es schon hinreichen, sie einfach heraufzubringen und zu mischen. In den Isarmooren ist der Untergrund in den seltensten Fällen zur Beurbarung brauchbar. Torfasche reicht nicht aus und der überall vorkommende Alm ist von problematischem Werthe. Wenn aber Erde herbeigefahren werden soll, etwa gar von großer Entfernung, so rentirt sich das Meliorationskapital wohl selten. Um 6 Zoll hoch Erde auf

1 Tagwerk zu führen, braucht man 20,000 Kubikfuß, d. h. also circa 1000 zweispännige Fuhren. Wenn eine Fuhr mit Aufladen und Abladen nur 30 kr. kosten würde, so beträgt das Besserungskapital 500 fl., dessen Verzinsung im Reinertrag selten zu erwarten ist, wenn auch die Moorfläche gar keinen Werth vorher gehabt hätte.

Je mehr zusammengesetzt dieser Schlamm ist, um so besser wird er seyn. Thon, Mergel, Lehm, Kalkschlamm, selbst Quarzsand wird gerühmt. Seine Mannichfaltigkeit wird durch Vermischen mit dem Moorboden mittelst Umpflügen vermehrt werden. Je schwerer und gröber die Theile sind (z. B. Kies, Schotter, Grobsand), um so leichter werden sie tief in die Moorschichten eindringen und endlich gar aus der krümlichen Oberfläche verschwinden. Feinpulverige Massen, wie sie den Flußschlamm bilden, hängen versuchsgemäß sehr fest mit der Modererde zusammen und sinken nicht unter.

2) Die mit den Torfmassen in Verbindung kommenden mineralischen Bestandtheile des Schlammes, sowie die Salze des Wassers befördern die Zersetzung der Modererde, machen Pflanzennahrung frei und zur Aufnahme in die Wurzeln geschickt.

Der Torf gehört zu jenen Kohlenstoffbildungen aus langsamer Verbrennung, welcher in diesem Stadium der Zersetzung angelangt, sehr hartnäckig der weiteren Vermoderung auch außerhalb des Wassers widersteht. Jahrelange sind Torfstücke auf einem Felde von Schleißheim fast ganz unverändert gelegen, jegliche Bodenbearbeitung hatte keinen Einfluß auf ihre Zersetzung und eine Aeußerung von Düngkraft zeigten sie nicht. Aber der kohlensaure Kalk und das die Torfsäure (Humin-, Gein-, Ulmin-, Quellsatzsäure) verdrängende süße Wasser, die kieselsauren Verbindungen wirken, die Zersetzung fördernd, auf die Moorschichten. Freilich wirken Alkalien in Asche, Aetzkalk oder Ammoniak in der Jauche und dem Miste noch besser.

3) Durch die Beschlammung werden die fehlenden Salze meistens gegeben, die Bildung neuer, wie eben gesagt, gefördert und mit zeitweiser Beihülfe mit Stallmistdüngung jeglicher Ersatz dem Boden gegeben, den nur der Feldbau auf der gewöhnlichen Bodenart verlangen kann. Wenn die Beschlammung nur gutes Wiesenfutter in einträglicher Menge erzeugt, so ist die Wurzel jeglicher Wirthschaft, die Düngererzeugung, gesichert.

4) Durch den Ueberzug der entwässerten Moore mit Schlamm-

schichten wird die Kälteerzeugung durch Verdunstung und Ausstrahlung auf das gewöhnliche Maß zurückgeführt, es werden Früh- und Nachreife vom Extremen entfernt.

5) Es ist die Erhöhung der ganzen kultivirten Fläche durch Aufschlämmen, sowohl bezüglich des Einsinkens entwässerter Moore als der Erniederung durch Zersetzung der vegetabilischen Erdfilze, endlich bezüglich der Entwässerung selbst von werthvoller Bedeutung.

6) Durch Zuführung der mineralischen Bestandtheile zu der Moorerde wird der Anbau aller Kulturpflanzen ermöglicht, wird ein Alluvium erzeugt, welches man bezüglich der Fruchtbarkeit mit den Marschländern gleichstellen kann. Wenn selbst die größere Feuchtigkeit solcher Flächen zunächst durch die ebene Lage und die wasserhaltende Kraft des Torfuntergrundes mehr den Wiesenbau als den Landbau begünstigt, so ist der hohe Werth zwei- bis dreimähdiger Wässerungswiesen ein nur um so stärkeres Reizmittel, insbesondere da in den adjacenten Flächen unserer Moore die Landbesitzer wohl Feld genug, aber Dünger zu wenig, d. h. gute Wiesen gar selten haben. Eine mit 1 fl. Rohertrag bonitirte Moorwiese auf das 30fache durch Anschwemmung zu erhöhen, ist ein geringes Wagniß.

Darum also ist unser Schluß, das System der Anschlämmung mit einem eingreifend gehobenen und geregelten Torfstiche zu verbinden und auf den vorher entwässerten Mooren einzuführen. Der Torfstich darf die Entwässerung und Beschlammung nicht unmöglich machen. Lassen wir über die Möglichkeit der Ausführung folgende Worte nachfolgen: Die meisten Moore und Heiden sind von so vielen großen schlammführenden Flüssen berührt, ihre Entstehung ist mit der ersten Bildung dieser Rinnsaale so eng verwebt, ihre Gefälle überall so groß, daß eine Abzweigung von Kanälen aus ihnen zur Bewässerung kaum weitere Schwierigkeiten als jene gewöhnlichen der Nivellirung, Vermessung und Anlage bietet. So ist dieß z. B. in Bayern vom Lechfelde und dem Dachau-Freisinger-Moore erwiesen, bei letzterem theilweise schon durch den Garching-Schleißheimer Kanal ausgeführt und durch die Amper am südwestlichen Theile sehr leicht ermöglicht. (Dort sind selbst lehmhaltende Hügelreihen.) Vom Donau-Moore ist es höchst wahrscheinlich und nur von dem am rechten Isarufer liegenden Freising-Erdinger-Moore sind die Behelfe dazu noch ungewiß, weil auch dafür die wenigsten Vorarbeiten bestehen. Die Isar,

Amper und der Lech führen beim Eisgange und Schneeschmelzen, wie später im Herbste so viele Schlammmassen, daß sehr große Flächen einige Zoll hoch damit überzogen werden könnten (s. Alluvion oben).

Und wenn die Flüsse selbst nicht so reich daran wären, so kann man das Fehlende durch künstliches Aufrühren der Erde am Ufer, noch mehr durch Kanäle in der Nähe lehm- und thonhaltiger Hügelreihen leicht bewirken. Dieser agronomischen Entscheidung der Frage steht bestätigend die staatswirthschaftliche zur Seite.

Nichts ist verderblicher für gesunde wirthschaftliche Beurtheilung, als die Idee, rasch und wie mit Einem Schlage Moore in blühende, fruchtbare Gefilde umzuwandeln.

Der langsamer durch die beispielsweise Demonstration führende Weg ist der jezeitigen Kraft der Kapitale, der Masse vorhandener Arbeit, dem jezeitigen Bedürfnisse nach Moorprodukten u. s. w. viel angemessener. Aber es darf deßhalb doch nicht vergessen bleiben, daß weder eine tüchtige Communikation, noch eine Regelung des Torfstiches oder eine Anwendung der anschlämmenden Bewässerung durchgeführt werden kann, auch von einzelnen, ja selbst von einzelnen Gemeinden nicht, wenn vorher nicht durch Bewässerungsgesetze oder doch für diese Moore selbst berechnete rechtliche Vorschriften mit Zuhülfenahme des Expropriationsgesetzes Vorsorge getroffen wird. So lange der Moorbauer in die äußerste Reihe der unter den ungünstigsten Verhältnissen producirenden Landbauer zu stehen kommt und nur ein sehr wohlfeil und in sehr großer Ausdehnung acquirirter Landbesitz, ausgedehnte Weiden und Raubbau auf Torf ihm die immer schwankende Erhaltung nothdürftig sichern können, so lange kann nicht von der Beurbarung von Mooren die Rede seyn, sie mögen nun ent- und bewässert und mit Kolonien versehen seyn oder nicht.

§. 34.

Tschernosem.

Auch das Tschernosems (schwarze Erde) in Central- und Südrußland wird sonst, und mit mehr Recht, in die Reihe humoser Böden gezogen. Es findet sich in allen Höhen im europäischen Rußland, bisweilen auf dem Hochlande, am rechten Ufer der Wolga, oft 400 Fuß über den Thälern. Es enthält 6,4 — 7 % organischer Substanzen, sonst aber nach Payen:

Kieselsäure	77,93
Thonerde	12,41
Eisenoxyd	6,12
Kalk	0,89
Magnesia	1,33
alkalische Chlorüre	1,32
	100,00

Murchison hält für wahrscheinlich, daß diese fruchtbare Erde von der Zersetzung des in Rußland mächtig auftretenden schwarzen Juraschiefers herrühre und nicht in der dermaligen geologischen Periode gebildet worden sey.

Eine andere Analyse dieser ewig fruchtbaren Erde Rußlands fand:

Mineralbestandtheile	87,29%
Humus und chemisch gebundenes Wasser	8,62 „
hygroskopisches Wasser	4,09 „

Die Mineralbestandtheile enthielten:

in Salzsäure unlöslich:	
Kieselerde und Silikate	92,73
in Salzsäure löslich:	
Thonerde	1,34
Eisenoxyd	3,14
Manganoxyd	—
kohlensaure Kalkerde	1,57
„ Talkerde	1,18
Phosphorsäure	0,12
Kali	0,25
Natron	0,10
	100,43

(Schmidts Encykl.)

§. 35.

Vulkanischer Boden.

Der vulkanische Boden muß als eine besondere Art angereiht werden. Es ist jedoch der Natur der Sache gemäß sehr schwer, ihn einer Familie beizuordnen, da seine Zumischungen sehr mannigfach seyn können. Er findet sich nur in bestimmten Regionen, besteht aus schwärzlicher Erdmasse, Bimssteintrümmern, Tuff rc., dem

Produkte der Lavagüsse und verwittert leicht, so daß er bald einen sehr fruchtbaren Boden bildet, ein Resultat, das er eben so sehr seinen günstigen physikalischen Eigenschaften als dem Aufgeschlossenseyn durch die Schmelzhitze, d. h. der Löslichkeit vieler Salze verdankt.

Dieser Boden geht durch den Basaltboden zu den eigentlichen Thonböden, dem Produkte der Verwitterung von Urgebirgsarten und Schiefern zurück oder über. Von diesen war schon die Rede.

D. Die Eigenschaften und Folgerungen.

I. Die physikalischen Bodeneigenschaften.

§. 36.

Die Bedeutung des Bodens.

Seitdem die Theorie von der Ernährung der Pflanzen durch unorganische Stoffe, zunächst durch verschiedene Gase der Atmosphäre und Salze der Erde, und zwar mit Recht, in Ansehen gekommen ist, geräth man in Gefahr, die Bedeutung des Bodens für den Pflanzenbau in anderer Richtung hin geringer zu schätzen als zu rechtfertigen ist. Wie ehedem jeder landwirthschaftliche Dilettant genug zu wissen meinte, wenn er in Sachen der Pflanzenphysiologie nur das Wort Humus oft genug ins Gespräch mischte, so hört man heutzutage nichts als „Stickstoff", und wenns hoch kommt „Kohlensäure, Wasser und Ammoniak." Dieses Haschen nach Cardinalmitteln der Vegetation ist nicht viel besser als das Aehnliche in der Medicin und verräth flache Kenntniß von dem Triebwerke organischer Kräfte. Wir haben uns aber vorgesetzt, die seit Schüblers erster und letzter Untersuchung so hochgeachteten Bodeneigenschaften wieder stärker zu betonen, ja theilweise selbst zu revidiren und unter neuen Gesichtspunkten zu betrachten, wie bald klar werden wird.

Die derzeitige landwirthschaftliche Bodenoberfläche als Produkt der letzten Alluvionen oder chemischen Zerstörung älterer geschichteter oder massiger Gesteine und noch mehr der Untergrund sind nicht bloß vom geognostisch-mineralogischen Standpunkte, sondern vielmehr von dem der Pflanzenphysiologie höchst beachtenswerth und die Anfertigung kleiner, geologischer Detailkarten, wie solche in den englischen Schriften zeitweise immer geliefert werden, hat großen Werth, falls man den richtigen Sinn damit verbindet. Wir geben als Beispiel eine solche

Karte von einer der berühmtesten und ältesten Kulturgegenden Deutschlands, von Bamberg, welche der treffliche Geognost, Inspektor Dr. Haupt, daselbst fertigte und mit den beistehenden Bemerkungen versah.



1) Die Keuperlandschaft. Sanfte Hügel bis 600′ über der Meeresfläche. Mächtigkeit 100—150′. Felsmassen je tiefer, desto feinkörniger. Zwischenlagerung: farbige Thone, Mergel, hydraulischer Kalk. Oberste Lagen: sehr kieselreich. Cement halb verwittert, daher die oft daumengroßen Kiesel auswitternd fortgespült. Auf der linken Regnitzseite bei Walsdorf, Stappenbach mit Achaten, Hornsteinen, versteinerten Hölzern. Lokalvorkommen: Eisenoxyhydrat, Mangan, als Ueberzug, Aragonit. Kornboden (in den thonreichen Gegenden mit vielen Thongruben, darunter sehr guter Töpferthon, Walkererde), trägt Weizen und Gerste. Boden schwer, zäh. Quader.

2) Brauner Jura. Gelber eisenschüssiger Sandstein. Reich an Versteinerungen. Guter Bausandstein, feinkörnig, aber leicht schalig abwitternd. Liegt unter dem weißen Jura und ober den Liaslagen. Ackerkrume seicht. Guter Weizenboden. Reich an Quellen. Reinstes Wasser, Mergel selten. Thon gering. Höhe 20—50′. Buchenbestände.

3) Schwarze Lias-Lagen. Leicht verwitternd, meist schiefrig. Unbrauchbar zur Dachbedeckung. Die Kalklager dünn, kaum 1′ dick, sehr wechsellagernd, zu Chausseeeinbettung und Rabattensteinen gut. Rothkleeboden. Reich an Thonen. Diese oft 10—20′ mächtige Ackerkrume grau. Bester Weizenboden. Voll Versteinerung. Liasöl.

4) Lias α. Dünne scherbenartige Lagen auf dem Keuper. Durch Thonlagen getrennt. Wenige Versteinerungen. Höchstens 5 Schuh mächtig. Boden wenig fruchtbar, meist nackte Triften, hält die Feuchtigkeit stark, daher Binsen, Riedgräser ꝛc. Auf der westlichen Regnitzseite Föhren, auf der östlichen deßgleichen.

5) Weißer Jura. Kalkbänke, wohlgeschichtet, mit Thoneinlagen. Voll Versteinerungen. Ackerkrume sehr leicht. Korn- und Haferboden. Schafweide. Dünne Föhrenbestände. Wachholder im Ueberfluß. Quellen sparsam, dann aber mit überschüssig aufgelöstem kohlensaurem Kalk, Niederschläge in den Thalwinkeln bildend. Reich an Höhlen. Höhe 50—100′. Gegen die höchsten Kuppen zu mit Dolomitbänken überlagert.

6) Tuff des Jura. In den Thalwinkeln überall frisch, feucht und mit der Säge zu zerschneiden, häufig zu Gewölbstücken und Scheunenmauern verwendet. Reich an Versteinerungen der tertiären Periode, Muschelgehäuse noch lebender Spezies einschließend.

7) Schwere Thone. Kamen schon oben im Keuper vor.

8) Diluvial-Keuper- und Jura-Schutt. Die Fluß- und Bachthäler des westlichen Gebietes. Regnitzebene oft ganz seicht, oft mehrere Lachter tief, wird alle Jahre von Hochwasser verändert. Ausgeschwemmte Mammuth- und Hirschreste. Ackerkrume sehr wechselnd. Kornboden durch Dungübersetzung sehr fruchtbar. In der Nähe von Bamberg, zwischen Hallstadt und Bamberg unergründliche Moorlager — kein Torf. Dieser selten im Aurachgrund. Fruchtbare süße Wiesen. Die besten im Thale des Leitenbachs. Quellen keine oder sparsam. (Eigentlicher Kartoffelboden.)

9) Urgebirg-Gerölle vom Fichtelgebirg heruntergeschwemmt.

Es liegt auf der Hand, daß es dem Landwirth nicht einerlei seyn kann, ob sein Thonboden mit Glimmer- oder Quarzsand gemischt ist, ob er aus Feldspath oder Glimmer entstand, ob die Alkalithonerdesilikate seines Bodens leicht oder schwer zersetzbar seyen. Noch mehr steigt die Bedeutung in der Erörterung des Untergrundes, wenn auch nur zunächst von der physikalischen Seite. Und nachdem die Ackererdeanalysen als für das nächste Bedürfniß unzureichend gefunden wurden und man allgemein annimmt, daß die namentlich bei Bearbeitung des Bodens stetig vor sich gehende Verwittterung hinreichend Salze für den gemeinsten Bedarf liefern, wird es nicht nothwendig seyn, die Bedingungen dieser Verwitterung selbst genauer ins Auge zu fassen?

Man liebt es neuerlich von Seite renommirter Forscher immer und immer wieder über die Unzulänglichkeit unserer Kenntnisse zu jammern, was indessen nicht die Vollendung voluminöser Werke ihrerseits hindert, und insbesondere wird auch über den traurigen Stand der Bodenkultur geklagt, um so mehr, als der so energisch betretene Weg der Bodenanalysen nur spärliche praktische Ausbeute gab. Daß er gar keine gab zu sagen, heißt das Kind mit dem Bad verschütten.

Wir wagen Einiges gegen diese Jeremiaden auszusetzen.

Wenn die Faktoren der Verwitterung (Klima, Chemismus, Vegetation), dann die physikalischen Eigenschaften und das Verhalten der Bodenarten zu den immediatnährenden Stoffen in Rechnung gezogen werden, so müssen jene Geheimnisse befruchtender Kräfte im Boden verschwinden oder mindestens durchsichtiger werden. Daß wir Alle uns nur der letzten Erkenntniß nähern, sie aber nicht

erreichen, ist eine vorausgesetzte Sache allgemeinster Bekanntschaft und nicht Gegenstand von Jeremiaden.

Welches ist nun die Bedeutung des Ackerbodens für die Vegetation?

Vorerst vermittelt der Boden den Standort, er gibt der Pflanze den nöthigen Raum, ihre Diffusionen an ihrem unteren Ende und damit auch die Möglichkeit, jene am oberen Ende einzuleiten. Nicht die Befestigung ist dabei Hauptsache, denn es gibt viele Pflanzen, die umgekehrt den Boden befestigen und noch mehr, die an Felsen haftend von diesem nichts weniger als befestigt werden, und Wasserpflanzen, frei schwimmend oder nur im losen Schlamm wurzelnd, erfreuen sich gleichfalls keiner Befestigung. Alle aber streben, die eine Seite, von uns die untere, besser die innere genannt, jenen Ernährungsmodalitäten zuzuwenden, wie sie mittelst fester, wägbarer und zumeist krümlicher Substanzen, durch den Boden, der Pflanze geboten werden. Dazu hat sie hier besondere Organe, Wurzeln genannt, und nur selten sind diese im Stande (Luftwurzeln), auch in anderen Medien die Ernährung in ihrer Weise zu vermitteln. Die Bodenernährung der Pflanze ist offenbar die primitive, nothwendigste, dem inneren Wesen des Planeten, aus dessen Aschentheilen die erste Vegetation sich erhob, entsprechende. Später wird die Lufternährung gleichwichtig, ja oft überwiegend, und schon die Analyse zeigt das Vorherrschen der Atmosphäre (auch der in den Boden eindringenden) gegenüber den mineralischen Bestandtheilen derselben.

Eine sehr große, bis jetzt viel zu wenig gewürdigte Rolle spielt der Boden in der Art der Vertheilung und Zutheilung nährender, von ihm selbst stammender oder ihm nur beigemengter Substanzen, im Maß, das er dabei hält.

Bestehend aus feinvertheilten Felsarten aus pulver- oder sandförmigen Theilen bietet er in jedem Theilchen den letzten Zellen der Saugwurzeln eine besondere Atmosphäre von Wasser, Dunst und Gas dar. Wir verweisen zur Erläuterung auf die Affinität der kleinsten Theile zu Gasen und anderen kleinsten Theilen, gleichsam die Gravitation der geringsten Schwere, auf die Kapillaraffinität und die enorme Absorption der Gase durch pulverförmige Massen. Hier in den letzten Theilchen des Bodens finden die äußersten Zellen der Wurzeln (die Saugwurzeln) ihre der Diffusion günstigen

Verhältnisse und darum, wegen der Adhäsion der Gase und löslichen Stoffe im Wasser an die festen Theile, schmiegen sich die feinsten Wurzelenden immer so sehr an die Erdtheile, auch an scheinbar völlig unlösliche Sandkörner und viel gröbere Theile, deren Verwitterung sie zugleich befördern. Und hier spendet je nach dem mäßigen Grad fortschreitender Verwitterung und der damit eintretenden Lösungen von Mineralstoffen, je nach der Fähigkeit, Gase zu absorbiren, der Boden seine nährenden Substanzen, langsam zwar und nur sehr mäßig zumeist, aber unerschöpflich und ohne Störung der gesunden, d. h. harmonischen Pflanzenexistenz. Werden seinen Bestandtheilen eine an Pflanzennahrung reichere Atmosphäre geboten, dann wird er auch rascher und besser nähren. Da er aber willenlos nur den Kräften gehorcht, die auf ihn einwirken, so mag er sich dabei entweder zu bald erschöpfen oder zu Krankheiten seiner Pfleglinge disponiren, abgesehen davon, ob die Nahrungszufuhr ökonomisch gerechtfertigt war.

Um sich die volle Bedeutung des Bodens der Vegetation gegenüber klar zu machen, ist ferner nöthig, daran zu denken, daß die Pflanze allüberall auf ihrer ganzen Oberfläche Nahrung und Austausch dazu, d. h. Stoffwechsel sucht, ebenso mit den Blättern und grünen Stengeltheilen, nur die Zeugung sucht Abschluß, Schutz, mehr Leben in sich als außer sich, bis ersteres völlig gelingt und damit das Achsengebilde sich abschließt. Die Pflanze „vegetirt", die Art ihres Stoffwechsels wird eben dadurch charakteristisch ausgedrückt und der Charakter liegt in diesem Allüberallsuchen und Finden von Stoff. Im Boden aber geht der bedeutendste Theil dieses Aktes vor sich, wo die Pflanze auch die in ihn hinein, die entgegengesetzt ihrer anderen Hälfte wachsenden Organe, den Wurzeltheil, hat und dessen beraubt in der Regel abstirbt, was weitaus nicht so oft der Fall ist, wenn der Lufttheil von der Wurzel getrennt wird, wenn auch in beiden Fällen immer noch ein Theil des descendenten oder ascendenten Anfanges gelassen wird.

§. 37.

Schema der Eigenschaften.

Man hat zur besseren Erforschung des Bodens bestimmte chemische und physikalische Eigenschaften desselben aufgestellt und dieselben,

namentlich die letzteren nach Schübler als besonderen Inhalt der Agronomie angesehen, auch mit Recht. Nun aber möchten wir in offenbarer Schwierigkeit, chemische und physikalische Eigenschaften in den meisten Fällen zu trennen, beide in Ein Schema vereinigen und einige Zusätze machen, die uns von Bedeutung scheinen.

Gewiß ist das Verhalten des Bodens nach seinem Gewichte, seiner Cohäsion und Adhäsion, nach seiner Fähigkeit, den Raum zu ändern, Wärme und Licht zu absorbiren und zurückzuhalten, von großer Bedeutung. Nicht minder die Fähigkeit, Gase zu absorbiren, nicht aber bloß den Sauerstoff. Die ganze Lehre von der Luftnahrung sucht hier ein neues Capitel. Ebenso ists nicht hinreichend, bloß die Fähigkeit, Wasser aufzunehmen und zurückzuhalten, zu kennen, auch die Kraft, mit welcher das Wasser und andere mit gelösten Substanzen versehene Fluida durch die Erdtheile diffundiren, welche Veränderungen sie dabei erleiden und endlich wie eine feuchte Bodenart einer trockenen gegenüber, z. B. Ackerkrume und Untergrund, sich verhält, wäre zu wissen von Werth. Endlich soll nicht bloß die Sonne als Wärmequelle, sondern auch organische Reste, der Dünger! in Rechnung gezogen werden und die Alterationen der physikalischen und chemischen Eigenschaften durch Düngung überhaupt. Es gestaltet sich somit nach unserer Revision die Eintheilung der Haupteigenschaften des Ackerbodens, wie folgt:

1) Zusammensetzung, chemisch, und nach Gemeng, mechanischer Grad der Verkleinerung;

2) specifisches Gewicht;

3) Cohäsion und Adhäsion;

4) Fähigkeit, Wasser zu absorbiren und zurückzuhalten;

5) Diffusionskraft des Wassers durch den Boden;

6) Absorption der Gase und Grad der Diffusion derselben nebst den dadurch erzeugten Veränderungen;

7) Absorption von Wärme und Licht;

8) Elektricität, galvanisches Verhalten;

9) Verhalten gegenüber den vorzüglichsten Düngerarten organischen und unorganischen Ursprunges.

Geben wir unsere Revisionsbemerkungen hiezu und lassen dann die Schübler'sche Tabelle selbst folgen.

§. 83.

Bodenwärme.

Der Boden vermittelt den Pflanzen Wärme und Feuchtigkeit, er ist das Medium, durch welches die Faktoren des physikalischen Klima's auf Pflanzen von den Ernährungsorganen aus wirken.

Die Temperatur der obersten der Vegetation zunächst gewidmeten Erdoberfläche hängt ab von der veränderlichen Temperatur der Luft. Weil nun die Substanzen der Erdoberfläche im Allgemeinen schlechte Wärmeleiter sind, so pflanzen sie die Temperaturveränderungen der Atmosphäre sehr ungleich und nur beschränkt fort. Es wird Maximum und Minimum der Bodentemperatur immer später als in der Luft eintreten und schnell vorübergehende Aenderungen bleiben ganz ohne Einfluß. Ja schon die täglich eintretenden Veränderungen lassen sich nur auf kurze Tiefe bemerken, nach den meisten Versuchen nur bis 3—4 Fuß Tiefe, in unseren Breiten kaum bis zu 3 Par. Fuß. Die jährlich eintretenden Veränderungen werden bei uns in einer Tiefe von 60 Fuß auch unbemerkbar und hier herrscht also das ganze Jahr durch eine gleichmäßige Temperatur. Nach Bischofs Beobachtungen dauert es einen Monat lang, bis die äußeren Temperaturänderungen durch eine Schichte Sand von 6 Fuß Tiefe vorgerückt sind, die höchste Sommerwärme kommt also in 36 Fuß Tiefe gerade nach einem halben Jahre an, d. h. es ist bei 36 Fuß Tiefe Sommer, wenn auf der Oberfläche bei uns Winter ist. Da dann der Wärmezufluß abnimmt, so geht umgekehrt die vorgerückte Wärme nun wieder zurück und so wird nach weiteren 6 Monaten bei 36 Fuß Tiefe die größte Kälte herrschen, d. h. es wird hier Winter seyn, wenn bei uns oben Sommer ist. Die jährlichen Differenzen zwischen Maximum und Minimum betragen aber bei 36 Fuß Tiefe nur 0,65°. Da also die mittlere Temperatur der Erdkruste wenige Fuß unter der Erdoberfläche der mittleren Lufttemperatur an demselben Orte gleich ist, so wird eine nur etwa wöchentlich angestellte Beobachtung in einer Tiefe von 3—4′ hinreichen, um aus dem Mittel solcher ein ganzes Jahr fortgesetzter Beobachtungen die mittlere Temperatur des Ortes sehr annähernd genau zu bestimmen. Denselben Gang hält die Temperatur auch mit den Quellen ein und es wird angenommen, daß der April die späteste Zeit ihres

eintretenden Minimum und der Oktober die späteste Zeit des eintretenden Maximum der Temperatur einer Quelle sey. Die Variationen entstehen aus der tieferen oder seichteren Lage ihrer Zuflüsse.

Als eine Wärmequelle des Bodens muß auch das diffundirende Kapillarwasser von Quellen angesehen werden. Wenn eine in größeren Tiefen entstandene Wasseransammlung endlich als Grundwasser weiter zieht, dem Gefälle und den besonderen Untergrundverhältnissen nach, so wird sie bei einer mittleren Jahreswärme, wie z. B. 7,0° R. im Stande seyn, im Februar oder März die unteren Bodenschichten zu erwärmen. Sie wird sich mit den bis auf 2—4° gefallenen Temperaturen ausgleichen und zwar bis in die Krume, d. h. bis zu den Pflanzenwurzeln. Wir sehen den Erfolg nicht bloß an den Rändern der Quellen und Bäche im Frühlinge durch ihre rascher vorgehende Vegetation, ein Beweis, daß auch die Bodenwärme der Lufttemperatur gegenüber ihren Antheil an der Vegetation behaupten kann, oder bei den Rieselwiesen, die mit Quellwasser oder sogenannten Forellenbächen (alle zwischen 4—8° R. schwankend) bewässert werden, wir sehen es auch da, wo die Quellen in gefaßten Kanälen nicht tief unter der mit Vegetation bedeckten Erde fließen.

Es ließe sich in unterirdischen Röhren mit Quellwasser oder warmer Luft oder dem warmen Abfallwasser von Fabriken &c., sehr erfolgreich ebenso gut wie durch Drainage eine Verbesserung des Bodens im Sinne der physikalischen Eigenschaften anbringen. Ihr würde die leichtere Lösung nährender Mineralbestandtheile von selbst folgen.

In anderer Richtung verfolgten die Botaniker die Ermittlung des Temperaturganges, zunächst den periodischen Wechsel im Pflanzenleben selbst als Anhaltspunkt nehmend. Daß der Grund dieses Wechsels in sehr mannigfachen Faktoren liege, ward oft übersehen und alles auf den einzigen, weil auch wohl wichtigsten, die Temperatur, zurückgeführt. Aber die Natur der Pflanze selbst liefert hiezu ein noch schwieriger zu fassendes Moment.

Quetelet suchte bekanntlich den Satz zu erweitern, daß jeder Entwicklungsphase einer Pflanze ein bestimmtes Wärmequantum entspreche. Dieses Wärmequantum werde ausgedrückt durch die Summe der Quadrate der mittleren Tagestemperaturen von einem Tage an berechnet, welcher als allgemeines Erwachen der Vegetation bezeichnet

wird. Für Belgien wird dieser Tag zwischen dem 25—27 Januar gefunden, als der Zeit, wo durchschnittlich die kälteste Woche einfällt. Es blüht z. B. der Flieder nach Empfang einer auf obige Weise ermittelten Wärmequantität von 4657°.

Gegen ihn hielt Morren die Bedeutung der anderen Faktoren, namentlich der Individualität der Pflanzen, von hoher Bedeutung. Jede Pflanze habe einen anderen Tag des Beginnens ihrer Entwicklung, wenn sie gleich constante Höhen der Temperatur zur Entwicklung brauche. Schon Dekandolle sagte, die Pflanzen seyen die empfindlichsten Thermometer, aber jede Art habe ihren eigenen Nullpunkt. Auch eine bestimmte Ruhezeit sey vielen Pflanzen nöthig. Andere entwickeln sich beständig fort, blühen z. B. immer. Fritsch nimmt den Anfang des Wintersolstitium zum Ausgangspunkt seiner Berechnungen und Cohn endlich will vorerst weitere Erfahrungen sammeln, ehe man an's Schlüssefassen gehe.[1]

Da die beobachteten mittleren Temperaturen während der wirklichen Vegetationsdauer in verschiedenen Klimaten verschiedene Resultate ergeben, die Quetelet'sche Annahme der Quadrate der Summen der mittleren Temperaturen und die Methode Bobinets, diese mit den Quadraten der Summe der Vegetationstage zu multipliciren, dem Uebel nicht abhilft, so verfiel Graf Gasparin darauf, die Wärmemengen für die einzelnen Phasen der Pflanzenentwicklung (Stengel-, Blatt-, Blüthe- und Fruchtbildung) zu finden und er schloß aus langjährigen Beobachtungen, daß

a) diese Phasen bei derselben Pflanzenspecies und den ähnlich organisirten Varietäten (?) einer im allgemeinen gleichen Wärmemenge bedürften, daß

b) eine noch so große Blattentwicklung ja noch nicht das Blühen der Pflanze, noch weniger die Fruchtreife bedinge, auch die Zahl der Blätter nach Klima und Jahren verschieden sey;

c) die Fructification und Reife sey Folge der Blüthe und die Summe der hiezu nöthigen Wärme sey nach dem Klima verschieden.

Der Ausdruck: der Wärmebedarf einer Pflanze sey nach dem Klima verschieden, kann nichts anderes bedeuten, als die Pflanze ist

[1] Nach Schübler bringe 1° R. Unterschied in der mittleren Jahrestemperatur eine Verzögerung (oder Beschleunigung) der Entwicklung im Mittel um 7,6 Tage mit sich, welches Zeitmaß sich nach Norden stetig zu vermindern scheine.

in ihren Organen, die zu ihrer Ernährung dienen, durch das Klima bereits so verändert, daß sie ein anderes Quantum Wärme bedarf; sie ist im Begriff sich zu acclimatisiren.

So brauchte die Sommergerste in	Norwegen	1055°
" " " " "	Brüssel	1765
" " " " "	Versailles	1549.

Der Weizen brauchte im südlichen Frankreich im Mittel 1748°,
im Lande der donischen Kosaken aber . . . . . 2537°.

Auch die Fähigkeit der Pflanzen, hohen Frostgraden zu widerstehen, kann durch Kultur in Etwas geändert werden. Das zeigt schon der Wechsel der Grade, bei welchen nach dieser oder jener Beobachtung eine Pflanze erfror.

Fast für jede Pflanze tödtet ein anderer Frostgrad und viel exotische Pflanzen erfrieren schon bei mehreren Graden über dem Gefrierpunkte. M. Thieme meint, das Erfrieren der Pflanzen beruhe auf dem Ertödten der jeder Pflanze eigenthümlichen Lebenskraft, ähnlich der Thierwelt. Darum auch hielten alte, abgehärtete, den Winden und Stürmen (auf Höhen) ausgesetzte Pflanzen mehr Kälte aus, als zarte und junge. Mark erfriert eher als Holz und dieses eher als Rinde. — Aber es ist schwer, etwas Gewisses über die Eigenwärme der Pflanzen zu sagen, noch mehr über die Lebenskraft derselben.

So gibt Schleiden an:

Es erfrieren:	bei
Bohnen	+ 1° R.
Gurken	— 0° "
Kartoffeln	— 0° "
Myrten, Orangen	— 2—4° "
Citronen	— 2—4° "
Lorbeeren	— 5—7° "
Cypressen, Feigen	— 7—9° "
Kirschlorbeeren, Pinien	— 8—11° "
Buxbaum	— 16—20° "

Weinstock	— 20—21⁰ R.
Mandeln, Pfirsich, Aprikosen	— 21—24⁰ „
Centifolien, Mispeln	— 21—24⁰ „
Wallnuß, Kastanien	— 24—26⁰ „
Pflaumen, Kirschen	— 25—26⁰ „
Aepfeln, Birnen	— 25—27⁰ „
Wachholder	— 30—40⁰ „

Die Samen von	reifen nicht mehr bei einer Temperatur über
Aepfeln	22⁰
Flachs	23⁰
Kartoffeln	24⁰
Weizen	24⁰

Diese letzteren Mittheilungen sind von Boussingault.

Eine etwas bessere Methode gibt die mittlere Jahrestemperatur an, welche die Pflanzen bedürfen, um gedeihen zu können.

Es bedarf um zu wachsen	eine mittlere Jahrestemperatur von wenigstens
Weizen	4⁰ C.
Wein	9⁰ „
Oelbaum	14,5⁰ „
Baumwolle, Zuckerrohr	19⁰ „
Dattel	26⁰ „

Es versteht sich aber ohne großes Nachdenken von selbst, daß die Angabe der mittleren Jahrestemperatur für die sogenannten einjährigen Pflanzen, oder richtiger Sommergewächse, gar keine Bedeutung hat. Man muß also der mittleren Jahrestemperatur wenigstens noch die mittlere Sommertemperatur hinzufügen, wenn man eine Einsicht in dieses Verhältniß gewinnen will. So erfordert:

	eine mittlere Sommertemperatur von
Weizen	13° C.
Wein	18° „
Baumwolle und Zuckerrohr . .	19° „
Oelbaum	23° „
Dattel	26° „

(Schleiden u. Schmidt Encykl.)

Für tausend Fuß Erhebung über den Meeresspiegel verspätet sich der Eintritt

bei	der Blüthe	der Ernte
Winterweizen	um 22 Tage	22 Tage
Roggen	„ 13 „	22 „
Haber	„ 20 „	14 „
Gerste	um 22 Tage	22 Tage
Kartoffel	„ 23 „	5 „

Nach den Versuchen von Malaguti und Derocher über die Temperatur des Bodens gegenüber jener der Luft concentrirt sich die von der Sonne unserem Erdball zugesandte Wärme vorzüglich in der äußersten Erdrinde, wo sie sich so anhäuft, daß die mittlere Temperatur der ungeschützten Oberfläche um beiläufig 3° über diejenige der Luft erhöht wird. Diese Erscheinung der Wärmeconcentration steht wohl im Zusammenhang mit der Umwandlung leuchtender Wärme in dunkle Wärme, sobald jene in den Boden eindringt, von dem aus sie nur schwierig mehr entweichen kann, was bekanntlich auch bei fließenden Wassern thätig ist und die mittlere Temperatur der Quellen höher als jene der Luft erscheinen läßt. Wohl aber ist der Zeitpunkt der höchsten Temperatur nach der Tiefe veränderlich und im Winter gibt es in der Tiefe von 3 Millimeter Temperaturmaxima, welche selbst um 0,20—1,70° C. niederer sind, als jene der Luft. Vom März an aber beginnen wieder die höchsten Temperaturen der Erdoberfläche jene der Luft zu übersteigen. Eine Ausdehnung dieser Beobachtungen auf verschiedene Bodenarten, in verschiedenen Klimaten unter verschiedenen Bearbeitungsarten des Bodens und insbesondere auch der Düngerzumischung verspricht interessante Resultate.

Da nach unseren Ansichten Wärme und Feuchtigkeit einflußreicher auf die Vegetation sind, als der Boden, als die leichter zu gebenden

und vorhandenen Nährstoffe überhaupt, so vereinigen wir auch alle Revisionsarbeiten der Schübler'schen physikalischen Eigenschaften auf beide.

§. 39.

Beobachtungen.

Im Herbste des Jahres 1853 stellten wir selbst Beobachtungen an, welche die durch Düngung mit Pferde- und Kuhmist zu erzielende Erwärmung des Bodens zu messen beabsichtigten. Es wurden zwei Beete seit mehr als 20 Jahren ungedüngten Gartenlandes (loser Kalkboden mit viel Gerölle von kohlensauren Kalk, dessen Analyse folgt) mit frischen, strohreinen Pferdeexkrementen (bei gewöhnlicher Haber- und Heufütterung erzielt) und Kuhmist (nach Oelkuchen und Heckselfütterung) zu 6″ Tiefe, und in dem Verhältnisse einer gewöhnlichen, vollen Düngung von 250 Ctr. pro 40,000 Quadratfuß (bayerischer Morgen) belegt, dann die Erde oben ausgebreitet. Eine Vegetation fand nicht statt; beobachtet wurde früh 7 Uhr in den Monaten Oktober und November und zwar die Temperatur der Luft, neben den Versuchsbeeten, die derselben Erde aber ungedüngt, und der beiden Beete, und zwar zu 4″ Tiefe, somit 2″ über der Düngerlage. Die Resultate schwankten bedeutend. Die Beobachtung begann drei Tage nach der Düngung.

Witterung im Allgemeinen.	I. Temperatur der Luft.	II. Temperatur des ungedüngten Bodens.	III. Temperatur des Beetes mit A. Pferdmist.	IV. Temperatur des Beetes mit B. Kuhmist.	Differenz zwischen II. u. III.
	C.	C.			
1. Regenwetter	+ 13,2 °	12,1 °	13,1	12,5	1,0
2. Der Boden ist noch feucht	+ 4,1	4,8	6,1	6,0	1,3
3. Frost	− 1,8	+ 1,3	+ 4,0	+ 2,3	2,7
4. Naß vom frischen Regen	+ 13,8	13,0	13,6	13,2	0,6
5. Mäßig feucht . . .	+ 10,70	9,70	10,40	10,15	0,70
6. dto.	+ 7,95	9,4	10,3	10,0	0,9
7. dto.	+ 13,5	13,40	13,7	13,3	0,3
8. Feucht nach Regen . .	+ 10,3	10,40	10,45	10,4	0,05

Außer diesen Beobachtungen wurden noch einige separat angestellt, um zunächst die durch Roßmistgährung der Erde mitzutheilende

Wärme zu erfahren. Aus diesen Beobachtungen ergab sich eine Erhöhung der Erdtemperatur auf kurze Zeit durch Düngung um 2,7° C.; der Roßmist selbst erhitzte sich in Häufchen unter der Erde auf 18,2° C. schon nach 24 Stunden.

Uns schienen folgende Resultate sich erkennen zu geben:

1) Nur starke Quantitäten frischen Düngers lassen erhebliche Wärmequantitäten dem Boden zufließen.

2) Das Zurückhalten dieser Wärmequantitäten hängt sehr von der Bodenart, insbesondere von dem nassen, feuchten oder trockenen Zustande derselben, von der Frostdecke oder einer Kruste, Lockerheit rc. ab.

Moorerde (Torfmulen) von uns einigemal untersucht, zeigt nach Regen die stärkste Erkältung; wohl durch Verdunstungskälte entstanden.

3) Erst bei 4 Zoll Tiefe können von der Mistwärme herrührende, von der Sonnenwärme weniger getrübte Wärmequantitäten beobachtet werden. Bei 2 Zoll Tiefe erhielten wir Nachmittags völlig unbrauchbare Resultate. Zu tiefes Unterbringen des Düngers verhindert Wärmeabgabe an seichtwurzelnde Pflanzen.

4) Naßkalte Herbstwitterung verzögert den Gährungsverlauf, also die Wärmeentwicklung bedeutend. Frühling und Sommer sind offenbar günstigere Zeiten hiefür.

5) Die durch Mist gegebene Wärme hält kaum über einen Monat lang nach. Sie kann bei Roßmist um 2—3° C. jene des ungedüngten Bodens übersteigen.

Anders mag sich die Sache verhalten, wenn diese organischen Dünger dem Boden in größerer Menge zugemischt werden, wie es denn auch thatsächlich in der landwirthschaftlichen Praxis geschieht. Wir setzen folgende Beobachtungen ihrer positiven Resultate wegen ausführlicher hieher.

Vorbem. 1) Der Ort der Anstellung der Versuche — Ueberfluthungsgebiet der Isar bei München — hat eine Durchschnittslufttemperatur von 7,28 R., die durchschnittliche Quellentemperatur 7,35, die eigene Bodenwärme trübt bei einer Tiefe von 6 Zoll die Beobachtung nicht merklich.

2) Die Erwärmung der Luft wie des Bodens durch die Sonne ist die Quelle, der den seicht wurzelnden Vegetabilien zukommenden und zur Entwicklung nöthigen Wärme. Diese Quelle beginnt

wirksam zu werden, wenn die Bodenfeuchtigkeit nicht mehr auf 0° erkältet wird.

Von da an drückt eine gewisse Summe von Wärmeeinheiten das zur vollen Entwicklung nöthige Maß von Wärme aus, welche durch Luft und Boden den Pflanzen zugeführt werden muß.

3) Wie man zum rascheren Gedeihen der einheimischen und besseren Gedeihen der ausländischen, südlichen Pflanzen Nahrung unserer Luftwärme anwendet (Warmhäuser, Treibhäuser), so kann dieß mit dem Boden durch Düngung geschehen.

4) Da Luft und Boden ihre Temperatur ausgleichen, so wird die künstliche Wärmeregulirung des Bodens sich zunächst mit großem Vortheile erstrecken:

a. auf die Zeit der geringeren Differenz zwischen den Bodenwärmeextremen, Frühjahr und Herbst, landwirthschaftliche Bestellungszeit!

b. auf die der raschen Ausgleichung allzu günstigen oder zu sehr widerstrebenden Bodenarten, auf Bodenarten mit extremem Verhalten gegen die Wärmequellen und auf die sogenannten kalten Boden vorzugsweise.

5) Auf normalen Boden verschiedenster Leitungsfähigkeit soll die Differenz zwischen Maximum und Minimum der Temperaturen bei 6 Zoll Tiefe 11°,14 R. seyn.

In unseren Breiten dürfte bei 60 Fuß Tiefe constante Temperatur herrschen (Gümbel).

6) Es wäre zu ermitteln:

a. wie weit Düngematerialien überhaupt diese Differenz zu ändern vermögen;

b. wie weit die Ausgleichung der Luft- und Bodentemperatur durch sie verlangsamt oder beeilt wird;

c. ob die durch Düngermaterial gegebenen Wärmequantitäten (Wärmeinheiten als + gegenüber den rascher sich ausgleichenden ungedüngten) einen erheblichen Einfluß auf die Vegetation zu üben im Stande sind.

Zu dem Behufe wurden folgende Beobachtungen angestellt: in einem Garten bei durch Mauern und Bäume geschützter Lage — eine freie wäre wohl besser gewesen — wurden Beete, 3 Fuß breit, 8 Fuß lang, 1 Fuß tief mit völlig unartbaren (humusfreien) Bodenarten angelegt und zwar

I. zwei Beete mit völlig unartbaren 5 Fuß unter der Oberfläche genommenen Thon (siehe unten Analyse).

Eines wurde mit dem Duplum des gewöhnlich treffenden Düngerquantum — frische Rindsexkremente! gedüngt, das andere ungedüngt gelassen, die vorher verglichenen und corrigirten Thermometer 5 Zoll tief eingesetzt und vom 22. April bis 1. Juni, der wichtigsten Vegetationszeit unserer Lage, täglich zweimal, wie folgt, beobachtet:

Datum.	I. Gedüngt.		II. Ungedüngt.		III. Lufttemperatur.		Witterungsbemerkungen.
	Früh 6 Uhr.	Nachm. 3 Uhr.	Früh 6 Uhr	Nachm. 3 Uhr.	Früh 6 Uhr.	Nachm. 3 Uhr.	
22. IV.	6,2	6,2	T. 5,8 S. 5,6	5,5 6.1	+0,7	6,2	Heiter, fast Reif
23.	4,5	4,9	T. 4,2 S. 3,8	4,5 5,0	— 1,0	+8,5	Rieseln; sehr kalt.
24.	3,9	3,8	T. 3,5 S. 3,2	3,5 3,4	— 1,6	+1,5	Starker Reif; Nordwind; Schneenebeln.
25.	3,4	4,1	T. 3,2 S. 2,7	3,7 3,5	+1,3	+4,9	Schnee, schwach.
26.	3,3	4,1	T. 3,0 S. 2,6	3,8 3,8	+0,4	+9,1	Reif, bewölkt. Nordwind. Nachmittags mild.
27.	4,0	5,6	T. 3,7 S. 3,4	5,2 5,8	+2,3	16,4	Feucht und trüb. Nachm. Sonnenschein und warm.
28.	5,0	5,6	T. 4,5 S. 4,3	5,2 5,5	+0,6	11,5	Fast Reif Die Nacht kalt.
29.	5,2	6,6	T. 4,8 S. 4,5	6,2 6,5	+3,9	10,4	Nordwind rauh. Abends heiter.
30.	5,6 G. 5,2	7,2 7,5	T. 5,2 S. 7,3	6,3	2,3	13,8	Hell; Sonnenschein; warm.
1. V.	6,3 G. 5,6	7,7 8,3	5,7	6,7	3,2	19,0	Heiter; Nordwind; sehr schön.
2.	6,8 G. 6,2	8,0 8,9	6,2	7,3	1,9	22,7	Reif; sehr schön.
3.	7,2 G. 6,5	8,8 9,8	6,5	8,0	2,3	18,4	Sehr schön; doch früh Reif.
4.	8,0 G. 7,4	9,7 11,0	7,2	8,8	4,0	24,6	Sehr schön; schwül; Abends Südwestwind.
5.	9,3 G. 9,2	10,2 11,2	8,5	9,4	7,0	20,0	Trübe, aber schwül; S.W. Abends Gewitter.
6.	8,9 G. 8,5	8,2 7,4	8,2	7,4	6,4	5,9	Regen — Regen.

Anm. G. in Columne I. bedeutet Gekalkt; T. in Columne II. bedeutet Thon; S. bedeutet Quarzsand. Wo S. fehlt, ist nur Thon zu verstehen.

Datum.	I. Gedüngt.		II. Ungedüngt.		III. Lufttemperatur.		Witterungsbemerkungen.
	Früh 6 Uhr.	Nachm. 3 Uhr.	Früh 6 Uhr.	Nachm. 3 Uhr	Früh 6 Uhr.	Nachm. 3 Uhr.	
7.	6,9 G. 6,2	7,6 7,3	6,4	6,9	4,6	11,9	Naßkalt, doch ohne Regen. Abends mäßig warm.
8.	7,4 G. 6,9	8,1 8,2	6,8	7,5	6,6	14,8	Schön; Nordwest.
9.	7,1 G. 6,2	7,3 7,0	6,4	6,5	3,3	11,7	Nachts Regen; Westwind; sehr frisch.
10.	5,9 G. 5,5	7,0 7,0	5,2	6,4	0,8	10,0	Reif, sonst hell u. sehr schön. Abends Regen und kühl.
11.	6,8 G. 6,3	7,8 7,8	6,2	7,2	6,0	9,5	Trüb. Nachmittags Regen.
12.	7,0 G. 6,4	7,4 7,2	6,4	6,8	5,9	8,9	Wolkig und helle Flecken. Rauh.
13.	6,5 5,7	7,2 7,0	6,1	6,5	4,4	13,9	Rauh, trüb.
14.	6,2 G. 5,4	7,1 7,2	5,7	6,5	3,5	11,3	Sehr rauh. Nordw. Abends Regen.
15.	5,9 T. 4,8	7,1 7,7	5,4	6,5	3,1	15,5	Rauh. Gewitterregen Abends.
16.	6,7 G. 5,9	8,1 8,8	6,2	7,5	4,3	9,2	Angenehm warm; um 3 Uhr Gewitterregen.
17.	6,6 G. 6,2	8,2 8,7	6,2	7,6	5,6	11,9	Kühl und trüb.
18.	7,4 G. 6,5	7,9 7,9	6,8	7,3	5,6	12,1	Wechselnd.
19.	7,3 G. 6,7	7,8 7,6	6,7	7,2	5,7	10,6	Rauh.
20.	6,9 G. 6,2	8,3 9,2	6,3	7,7	5,7	19,1	Schön
21.	7,7 G. 6,8	9,3 10,3	7,0	8,6	3,5	21,0	Sehr schön.
22.	8,7 G. 8,1	10,6 11,1	8,1	9,9	7,6	19,8	Sehr schön.

§. 40.

Schlüsse.

* 1) Die Bodenoberfläche folgt dem Temperaturwechsel der Luft nur sehr allmählig und bald vorübergehende Witterungsextreme, z. B. Reif, wirken auf die nur einige Zoll im Boden wurzelnden Pflanzentheile so viel wie nicht ein.

2) Der gedüngte Boden erwärmt sich schneller als der ungedüngte und verliert auch die Wärme langsamer, langsamer als reiner Thon und Sand.

3) Der gedüngte Boden stand für die ganze Frühlingsvegetationszeit 0,5 — 0,7 R. höher in der Temperatur als der ungedüngte.

4) Der Weizen auf der gedüngten Parzelle reifte 14 Tage früher als auf der ungedüngten; diese Ernte-Zeitdifferenz entspricht gerade der Temperaturdifferenz im Donauthale von jener an der Isar hierort, d. h. sie fiel mit der Ernte an den Orten mit gleicher Temperatur zusammen. Auch die Annahme einer Temperaturabnahme von $0,516^0$ für einen Breitegrad in Europa vereinigt sich damit. Der Dünger ist also in dieser Beziehung klimatisches Corrigens. Dieß konnte jedoch nur stattfinden bei sonst normaler Luftwärme. Begreiflich kann Bodenwärme nur innerhalb gewisser Grenzen corrigiren.

Da höhere Wärme größere chemische Thätigkeit in Zersetzung und Lösung, raschere Diffusion, kräftigeren Stoffwechsel verursacht, so ist die Bedeutung des sie für die Atmosphäre der Pflanzenwurzeln bietenden Mistes als Pflanzenernährung fördernd evident.

Die Entfernung des Wassers aus dem Felde fördert die Erwärmung des Bodens.

Die Engländer nehmen sogar eine Erhöhung der Bodentemperatur in den drainirten Aeckern gegen die undrainirten um 5^0 F. (2,22 R.) an.

Dasselbe zeigt Wegrauch (Beiträge zur Drainage). Anderweitige Versuche mit der Wirkung des Mistes auf die Bodenwärme zeigten mir, daß im Herbste bei fortschreitender Bodenerkältung jene Mehrung der Wärme geringer ist, daß namentlich kalte Herbstregen sie sehr mindern, daß endlich zu tief untergebrachter Mist auf höhere Schichten kaum merkbar influirt (8″ tief eingebrachter Roßmist äußerte über 4″ schon kaum einen Einfluß bei gewöhnlichem Düngungsquantum).

Da in der Praxis man es nur selten mit reinem, wohl aber in der Regel mit gedüngtem Boden zu thun hat, so müssen die Schübler'schen Angaben auf gedüngten Böden geprüft, d. h. erweitert werden.

Wir versuchten so ferner die wärmehaltende Kraft des Thon- und Sandbodens, beide mit frischen Rindsexkrementen im doppelten Quantum einer Normaldüngung vermischt, zu erforschen und fanden, daß beide bei einer Lufttemperatur von 2,5° C. von einer künstlich gegebenen Temperatur von 24,0 C. in je 5 Minuten Zeit in folgender Weise verloren:

Quarzsand sank in 15 Minuten von 24,0 auf 23,3 C. Diff. 0,7 C.

in 5 Minuten auf 22,2.	Differenz	1,1 C.
" " " 21,1.	"	1,1 "
" " " 19,8.	"	1,3 "
" " " 18,6.	"	1,2 "

Thon sank in 15 Minuten von 23,4 auf 22,5 C. Differenz 0,9 C.

in 5 Minuten auf 21,1.	Differenz . .	1,4 C.
" " " 20,2.	" . . .	0,9 " (?)
" " " 18,8.	" . .	1,4 "
" " " 17,6.	" . .	1,2 "

Der Sand wird durch starke Düngung mit frischen animalischen Exkrementen dem Thon im physikalischen Verhalten zur Wärme und, wie weitere Versuche lehrten, zur Feuchtigkeit sehr ähnlich.

Der einmal trockengewordene Schleim, Eiweißstoff, Wachsharz ꝛc. der frischen Exkremente, löst sich nicht oder sehr schwer wieder im Wasser, entläßt dann letzteres wie die einmal gebundene Wärme noch schwerer wie der Thon. Das zeigte ein Versuch auf den Wärmeverlust gleicher Mengen ungedüngten und gedüngten Thones in gleicher Zeit angestellt. Waren jedoch die Exkremente frei von Schleim und locker (z. B. Pferdeexkremente), so verlor der Thon umgekehrt die Wärme schneller. Im ungedüngten Thone sank das Thermometer in 25 Minuten stetig um $^{2}/_{10}{}^{0}$ in je 5 Minuten bei einer Lufttemperatur von + 2,3° C., wenn der Thon vorher bis 18,4° C. erwärmt war. Im gedüngten Thon fiel er in gleichem Falle um $^{1}/_{10}$ und blieb selbst das doppelte der Zeit unverändert.

Es schien gut zu ermitteln, wie sich die Exkremente für sich bezüglich der wärmehaltenden Kraft verhielten und wir fanden bei fünf Versuchen in Durchschnitt, daß

1) Rindsexkremente in 1 Stunde von 11,2° auf 3,0° Diff. 8,2° C.
2) Pferdeexkremente von 10,4° C. auf 2,5° . . . " 7,9° "

3) Schweinserkremente von 10,2° C. auf 2,4° . . . „ 7,8° C.
bei einer Lufttemperatur von . . . . „ 2,5° „
fielen, so daß also diese drei Arten bezüglich dieser Eigenschaften bis auf verschwindende Unterschiede sich gleich verhielten.

Dagegen erwärmte sich Pferdemist bei einer Zimmertemperatur von 20° in ¼ Stunde so hoch wieder, als er gefallen war, der Schweinsmist aber um die Hälfte langsamer.

§. 41.

Bodenfeuchtigkeit, Beobachtungen und Schlüsse.

Nächst der Wärme ist es insbesondere die Feuchtigkeit, deren Einfluß auf die Vegetation, durch den Boden vermittelt, von größter Bedeutung ist. Verwitterung, Lösung, nächste Formgabe für Pflanzennahrung, das sind die Hauptrichtungen ihrer Thätigkeit. Wir versuchten die Schübler'schen Angaben (siehe Tabelle im Anhange) zu erweitern, indem wir die Bodenarten mit Dünger mischten. So ergaben sich folgende Resultate:

I. Wasserhaltende Kraft gedüngter Bodenarten.

1) 10 Gramm lufttrocknen Quarzsandes — frei von Oxyden — wurden mit 5 Gramm frischer Kuherkremente gemengt (Fütterung: Häcksel, Heu, Haberschrot).

2) 10 Gramm lufttrocknen Thones mit 5 Gramm frischer Kuherkremente ebenso.

Beide einer Temperatur von 15—17° R. (die des Lokales) ausgesetzt, verloren

	1.	2.
in 8 Stunden	0,655 Mgr.	0,830 Mgr.
in den nächsten 6 Stunden	0,535 „	0,570 „
„ „ „ 10 „	1,090 „	1,443 „

II. Wasserdunst anziehende Kraft gedüngter Bodenarten.

Beide Proben, vollkommen lufttrocken, der Luft ausgesetzt in den ersten Tagen des Aprils 1855, bei frostfreiem Wetter, trübem Himmel in einer Temperatur zwischen + 3—6,5° R. zeigten folgende Zunahmen. Eine dritte Probe reiner, aber vollkommen lufttrockener Kuherkremente ward zum Vergleich dazu genommen. Um die organische Substanz in den Erkrementen nicht in ihrem physikalischen Verhalten durch zu starkes Trocknen zu verändern, wurde nur anhaltend bei 30—40° R. getrocknet.

10 Gr. Thon mit 5 Gr. Rindsexkremente.		Quarzsand. dto.	15 Gr. Rindsexkr.	Bemerkungen.
Zunahme in $1/2$ St. . . .	+ 0,070	+ 0,050	+ 0,048	
„ „ 12 „ (Tag)	+ 0,052	+ 0,123	+ 0,075	
„ „ 12 „ (N.)	+ 0,055	+ 0,114	+ 0,073	
„ „ 12 „ (T.)	+ 0,003	+ 0,028	+ 0,020	Schwacher Sonnensch.
„ „ 12 „ (N.)	+ 0,025	+ 0,057	+ 0,051	
Abnahme „ 12 „ (T.)	— 0,015	— 0,022	— 0,017	
Zunahme „ 12 „ (N.)	+ 0,027	+ 0,050	+ 0,030	Regen.

Anm. Begreiflich standen die Gefässe bedeckt.

III. Versuche mit gekalktem Thon.

A. 20,000 Mgr. roher Thon aus dem Untergrunde (siehe Analyse), wurden in mäßig feuchtem Zustande, wie er aus der Erde kam, aufgestellt.

B. In derselben Menge, aber mit 1,000 Mgr. langsam zerfallenem Aetzkalk.

A und B in gleicher Oberfläche, bei gleicher Einwirkung.

(Ohne Kalk) A. verlor in 5 Stunden	1,750	Wasser.
(Mit Kalk) B. „ „ 5 „	1,410	„
A. in weiteren 5 Stunden . .	0,380	„
B. „ „ 5 „	0,340	„
A.[1] „ „ 12 „	0,730	„
B.[2] „ „ 12 „	0,820	„
A.[3] verlor in weiteren 12 Stunden	0,490	„
B. „ „ „ 12 „	0,590	„
A. nahm zu in 12 Stunden . . .	0,020	„
B. verlor in denselben 12 Stunden .	0,050	„

Nach weiteren 24 Stunden hatte früh 7 Uhr

B. zugenommen + 0,170 Mgr.

A. „ + 0,130 „

Beide nahmen also Feuchtigkeit an, schon lange ehe sie vollkommen lufttrocken waren. Die Kalkmischung hielt Anfangs das Wasser *besser*, als reiner Thon — später zeigte sich das umgekehrte

[1] In weiteren 12 Stunden im Zimmer, Morgens Temp. 12—16° R.

[2] Von früh 7—3 Nachm. Sonnenschein. Temp. bis + 12° R.

[3] Zimmerwärme 12—16° R.

Verhältniß — sie verlor es rascher und zog auch rascher wieder Wasser an. Beide Massen wurden nun vollends lufttrocken gemacht, und dann auf ihre Feuchtigkeit absorbirende Kraft geprüft.

Sie wurden 12 Stunden einer Wärme von 60—70° R. ausgesetzt.

39,170 vollständig trocken: A. in 12 Stdn. Abnahme um 0,500 Mgr.
42,295 „ „ B. „ „ „ „ „ 0,605 „

Der Luft wieder ausgesetzt, die Nacht durch hatten sie in 12 Stunden:

B. aufgenommen 0,275
A. „ 0,284,

nach 24 Stunden:

B. in 24 Stunden 0,193
A. „ „ „ 0,229.

Acht Tage der Luft ausgesetzt und bei am letzten Tage eingetretenem Regen 12 Stunden der sehr feuchten Atmosphäre, jedoch vor Regen gedeckt, ausgesetzt, zog A. 0,317, B. 0,207 an.

Die Kraft des mit Kalk gemischten Thones, Wasser anzuziehen, hatte also nach dem starken Austrocknen bei 70° R. beträchtlich verloren.[1]

Ein interessantes Verhalten zeigen die Pflanzen gegenüber der Bodenfeuchtigkeit und die Bedeutung des Grundwassers zur Erklärung mancher Erscheinung muß klar gestellt werden.

Es ist gewiß, daß die Pflanzen viel mehr Feuchtigkeit ausdünsten, als durch Meteorwasser ihnen zugeführt wurde, durch Regen und Thau.

Nach Hales verdunsteten in 120 Vegetationstagen für den Morgen berechnet (nach Schleidens Encyclop.):

Sonnenblumen sammt der Erde	1,874,340 Pfd.
Kohl	1,799,280 „
Wein	580,920 „
Hopfen	757,557 „

[1] Nach Saussure verbrennt von Humus in unsern Breiten (aber in welchen Bodenarten? wie ungleich!) in einem Jahre $8^3/_4$%. Nimmt man nach Schleiden beispielsweise in einem Morgen 2 Mill. Pfunde Humus an, so verbrennen davon im Jahre 170,000 Pfd., was in je 24 Stunden das Wasser um 3° zu erwärmen vermöchte.

nach Schleiden: Haber und Klee . 1,642,668 Pfd.
nach Schübler: Rasen . . . . 6,000,000 „

Nach den Berechnungen des letzteren, der, nebenbei bemerkt, zuerst an landwirthschaftlichen Instituten lehrte, denen gegenüber doch Schleiden hier insbesondere wie sonst auch auf jeder dritten Seite des citirten Buches seine literarischen Zierereien (habet foenum in cornu!) zeigt, nach Schüblers Berechnung fallen auf den Morgen von 40,000 Quadratfuß in England in den 120 Tagen (vier Monaten) durchschnittlicher Vegetationszeit nur 1,600,000 Pfund Wasser. In Jena 1,544,000 Pfund auf einen Morgen.

Nach den Zusammenstellungen Meisters beträgt die Regenmenge in den 4 Vegetationsmonaten in Süd-Bayern (bis zur Donau):

				Auf den bayr. Morgen.
im Mai	30	par. Linien	—	9,274 bayr. Kubikfuß.
„ Juni	40	„ „	—	12,366 „ „
„ Juli	43	„ „	—	13,294 „ „
„ August	43	„ „	—	13,294 „ „
	156	par. Linien		48,228 bayr. Kubikfuß.

Nach Kämtz und Dove fallen in derselben Zeit in England nur 36,673 bayrische Kubikfuß auf den bayrischen Morgen. Es sind zwar dort die Herbstregen vorwaltend, wie in Bayern die Sommerregen (Regenzeit). Da aber in England wie in Bayern in jenen vier Monaten und nicht im Herbste die Vegetationszeit ist, so ist es auffallend, daß dieselbe Vegetation in England weniger Meteorwasser braucht, als in Bayern.

Wenn nun das inzwischen wieder verdunstende Wasser und das ist nach unseren Lysimeterversuchen (siehe unten) zwar je nach den Bodenarten verschieden, aber bei lockeren Bodenarten gewiß mehr als die Hälfte, wenn das in den Untergrund versinkende, was die Quellen speist, dazu gerechnet wird, so bleibt nicht etwa bloß die Hälfte, sondern noch viel weniger für die Vegetation übrig. Und doch verdunstet diese so ungeheure Massen! Woher also?

Die Antwort der Neueren, Schleiden an der Spitze, geht dahin, daß die Quelle dieser enormen Feuchtigkeitszufuhr in dem Wasserdunste der Atmosphäre und der Absorptionsfähigkeit des Bodens, insbesondere des Humus selbst liege.

Nach Schübler verdunsteten jährlich wieder 24 Par. Zoll Wasser bei einer Regenhöhe von 28,6 Par. Zoll. Nach einer Untersuchung Meisters verdunstete sogar mehr, als die Regenhöhe betrug (Freising).

Andere Feuchtigkeitsquellen sind Thau, Nebel, Reif, Wasserdunst der Luft.

Man kann von Thau nach Meister in Bayern für die Vegetationszeit noch weitere 2400, ferner von Nebel 580 bayrische Kubikfuß für den bayrischen Morgen in Rechnung setzen.

Endlich unter Annahme der Schübler'schen Beobachtungen über die Absorptionsfähigkeit des Bodens absorbirt 1 bayr. Morgen in 120 Tagen der Vegetationszeit:

bei Kalksand	270,45	bayr.	Kubikfuß.
Lettenartiger Thon (45% Sand, 55% Thon)	2240,9	"	"
Lehmartiger Thon (24% Sand, 76% Thon)	2569,3	"	"
Thon	3535,2	"	"
Humus	4423,8	"	"
Gartenerde	3496,5	"	"
Ackererde	1757,7	"	"

Daraus geht nun hervor, daß ein bayerischer Morgen in den 120 Vegetationstagen im besten Fall (er sey sehr humusreich)

48,228	Regen,
2,400	Thau,
580	Nebel,
4,423	Luftfeuchtigkeit,
55,631	bayrische Kubikfuß Wasser,

oder 2,447,764 Pfd. erhalten kann, während er oft, mit Vegetabilien besetzt, zwischen 1/3 bis fast dreimal so viel verdunstet; dabei wird aber vorausgesetzt, daß alle von der Erde absorbirte Feuchtigkeit von den Pflanzen in dem Maaße aufgenommen und fortgeführt werde, als getrocknete Erde binnen 24 Stunden sich mit Wasserdampf sättigt. Es kommt darauf an, durch das Experiment dieses Verhalten zu ermitteln. Aber die Absorption wird durch das raschere Verzehren des Absorbirten durch die Pflanzen nicht sehr vergrößert werden, da ja die Pflanzen in den heißen trockenen Tagen wohl am meisten verlieren, die Erde aber am wenigsten absorbirt.

Wir wurden durch Versuche, Samen unter verschiedenen Ein-

flüssen keimen zu lassen, zu einer Reihe von Versuchen geführt, die wir hier mittheilen, weil sie uns die wahre Quelle der Feuchtigkeit für die Pflanzen anzugeben scheinen.

Vorerst befriedigte uns nämlich die angegebene Quelle nicht, weil sie, auch bei starker künstlicher Mehrung, weder Samen zum Keimen zu bringen, noch Pflanzen am Leben zu erhalten vermochte. Die Erde der letzteren in einem Topfe bis zum beginnenden Welken derselben ausgetrocknet und dann in eine mit Wasserdunst überladene Atmosphäre gebracht, konnte nicht soviel absorbiren, um die Pflanzen am Leben zu erhalten. Bezüglich des Keimens verweisen wir auf das am geeigneten Orte Folgende.

In zwei Glascylinder von 18 Zoll Höhe, mit hölzernem durchlöchertem Doppelboden, 6 Zoll hoch vom Glasboden entfernt — wurde Wasser 5 Zoll hoch gefüllt, darauf dann auf den Doppelboden vollkommen getrocknete Erde aufgeschichtet, so daß 1 Zoll zwischen Erde und Wasser leerer Raum blieb. Einen Zoll tief wurde Cerealiensamen in die obere Erdschichte gelegt.

Der Cylinder A war mit Kalkboden (s. unten Analyse) gefüllt, der Cylinder B mit reinem Thonboden (s. Analyse).

Das Wasser, welches, wie erwähnt, durch 1 Zoll Zwischenraum von der Erde getrennt war, stieg mittelst seiner in der Erde sich condensirenden Dünste sichtbar allmählig im Boden aufwärts.

Bei einer zwischen 12—16⁰ R. schwankenden Temperatur des Lokals hatte der Wasserdunst in 34 Tagen bei A die Samen erreicht, war also 10 Zoll hoch gestiegen (da 1 Zoll freier Raum im Cylinder oben blieb), die Samen aber 1 Zoll tief in der Erde sich befanden. Letztere keimten sofort und wuchsen ohne alle Wasserzufuhr durch Begießung fröhlich fort.

Bei B erfolgte dasselbe in 64 Tagen.

Es kam nun darauf an, zu ermitteln, ob sich eine Differenz zwischen einer verdunstenden vegetationslosen und mit Pflanzen bedeckten Fläche meßbar oder wägbar auf diesem Wege des Versuchs nachweisen lasse.

Da die vegetirenden Pflanzen beständig an Gewicht zunehmen, so ist ohne Zerstörung der Vegetation eine längere Reihe vergleichender Versuche mittelst Gewichtsbestimmung nicht möglich ohne große

Fehlerquellen zu öffnen. Wir zogen daher das Messen in Lysimetern vor.

Ist das Wasser im Lysimeter mit der Erdschichte unmittelbar in Berührung, so diffundirt es in 12 Stunden um 4—5 par. Linien, bis es eine Höhe von 4 Zoll erreicht hat, von da an verlangsamt sich die Capillaritätsdiffusion des Fluidum, auch jene des Wassergases. Letzteres schreitet im Verhältniß zum nachfolgenden Fluidum vorwärts, findet aber auch statt, wenn letzteres ganz zurückbleibt (wie oben).

Wenn nun Regen, Thau, Nebel und Wasserdunst der Luft nicht hinreichen, die verdunstende Wassermenge der Pflanzen zu erklären, das Grundwasser aber, die Quelle des Capillarwassers, doch auch von jenen stammen muß, woher dann die Deckung des Deficits, das die Pflanzen verursachen? Offenbar von dem Wasser aus der vegetationslosen Zeit und von vegetationslosen Flächen, aus der Ausgleichungsrechnung der atmosphärischen Feuchtigkeiten, wie sie sich über die ganze Erde verbreiten. Daraus folgt die Bedeutung des Grundwassers in trocknen Klimaten oder bei trockner Jahreszeit, die Bedeutung der Erhaltung mehr regelmäßiger Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge und die Nachtheile der extremen Vertheilung bei im Ganzen gleichbleibender Summe, wie man sie durch Entwaldung und Vegetationsstörungen im Großen schon erzeugt hat. Mit großem Unrechte wird die Bedeutung solcher Verhältnisse geläugnet, oder unterschätzt (Shouw).

Es ist eine auffallende Erscheinung, daß die Grundfeuchtigkeit eine Vegetation, die nicht zu Sumpfpflanzen gehört, wohl schwach zu erhalten, aber nicht üppig zu entwickeln vermag. Es scheint nicht bloß der Feuchtigkeit des Bodens wegen, als der Lösung halber, das Wasser nöthig zu seyn.

Ist doch am Ende jede Pflanze nichts anderes als ein durch Wärme und Feuchtigkeitsgrade der Luft regulirter, wohl auch zuerst in Thätigkeit gesetzter Diffusionsapparat.

Wenn v. Möllendorf aus dem jährlichen Regenfall in einer Gegend (in Deutschland 11—81,20 Par. Zoll wechselnd) auf den Durchmesser der Drainröhren zu schließen empfiehlt, so setzt er mit Recht zu: „bei gleichem Bodenverhältnissen;" allein diese Bodenverhältnisse sollten zugleich in Zahlen genauer normirt seyn, um die Bedeutung der Empfehlung würdigen zu können.

Die Menge des verdunstenden Wassers indirect zu bestimmen, indem man das aus den Drainröhren abfließende Wasser mißt und von dem gleichzeitigen Regenfalle abzieht, geht begreiflich nur dann an, wenn alles in den Boden eingedrungene Wasser auch wirklich durch die Drainröhren abfließt, was bis zur wissenschaftlich erforderlichen Genauigkeit unmöglich behauptet werden kann. Selbst ein sehr gut drainirtes Feld, vor Meteorwasserzufluß geschützt, erhält die Capillarfeuchtigkeit und damit eine fortdauernde Verdunstungsquelle.

Es wurde der Satz aufgestellt, daß die Verdunstung des Wassers im Boden der Verdunstung desselben in größeren Wasseransammlungen gleich ist.

Dieß ist jedoch falsch. Schon theoretisch läßt sich annehmen, daß die viel größere Vertheilung des Wassers zwischen die pulverförmigen oder sandigen Erdtheilchen, dann die größere Fähigkeit der Erdtheile Wärme aufzunehmen, fortzuleiten und mit dem Wasser zu evaporiren, daß dieses Alles dazu beitragen würde, die Verdunstung aus vollkommen mit Wasser imprägnirten lockeren Bodenarten gegenüber einer gleich großen Wasserfläche zu mehren. Die größeren Nebelwolken oder Dunstwolken über stehenden Gewässern scheinen diesem zu widersprechen, aber schon die größere Dunstbildung auf Moorflächen gegenüber Seen könnte das beschränken. Noch mehr thut es aber die Verschiedenheit der Grade des Feuchtigkeitsgehaltes des Bodens.

Von uns angestellte Versuche zeigten, daß Kalkboden, mit Wasser vollkommen gesättigt, bei gleicher Oberfläche mit reinem Wasser und bei einer Temperatur von 15—20° C. schwankend, sich im Verdunsten verhielt zu diesem wie 930:677 in 12 Stunden, und in weiteren 24 Stunden, wie 2,130:1,230, so daß $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ mal soviel Wasser aus dem feuchten Erdreich verdunstete, als aus der reinen Wasserfläche. Die Feuchtigkeit diffundirt nach unten wie nach oben.

Ein mit demselben Boden 3 Zoll hoch über dem Doppelboden gefüllter kleiner Lysimeter ließ binnen 16 Tagen (vom 15. Febr. bis 2. März 1856) keinen Tropfen Meteorwasser durch sehr lockere Erdschichten in den Raum unter dem Doppelboden gelangen. Da inzwischen 11 Par. Linien Meteorwassers gefallen waren, so war diese Menge eingeschluckt und verdunstet worden.

Summarische Zusammenstellung der Regen- und Drainwassermengen nach deutscher Beobachtung auf Thonboden, Lehmboden, lehmigen Sandboden als Durchschnitt (von v. Möllendorf).

	Frühling.				Sommer.				Herbst.				Winter.				Summa im Jahr.
	März.	April.	Mai.	Summa.	Juni.	Juli.	August.	Summa.	September.	Oktober.	November.	Summa.	December.	Januar.	Februar.	Summa.	
Regenfall (per Zoll) . . .	1,34	1,72	2,98	6,04	4,14	3,70	3,70	11,54	2,04	1,4	1,66	5,1	2,65	1,18	1,97	5,8	28,48
Drainwasser	1,81	1,07	1,03	3,91	1,71	2,01	0,85	4,26	0,51	0,60	0,31	1,42	1,27	0,22	0,78	2,27	11,86
Drainwasser in Procenten des Regenfalls	135	62,2	34,47	64,73	41,3	59,9	23,0	36,82	25	42,57	18,7	27,84	47,54	18,64	39,6	37,4	41,64

Der Thon von Bogenhausen, 4 Fuß unter der Krume, der von uns immer zu den Versuchen genommen wurde, gibt an den Salzsäureauszug von 100 Gewichtstheilen ab:

0,24 lösliche Kieselerde,
2,70 Thonerde,
7,55 Eisenoxyd,
0,17 Natron,
0,50 Kali,
0,79 Kalk (auch bloß 0,17 einmal),
keine Talkerde,
keine Schwefelsäure,
Spuren von Chlor und Mangan.

Der Rest ist unlösliches Silikat.

§. 42.

Schüblers Tabelle.

Unter wiederholter Verweisung auf die Schübler'sche Tabelle im Anhange, aus welcher sich die Axiome des physikalischen Verhaltens der Hauptbodenarten in einzelnen Repräsentanten von selbst ergeben, können wir dieses Kapitel nicht verlassen, ohne auf noch viele sich aufdrängende andere Fragen, welche hieher gehören, wenigstens zu zeigen.

So wäre wohl auch zu erforschen, wie die einzelnen Bodenarten specifisch unterschieden nach der alten Klassifikation, als Thonboden mit Varietäten, als Kalk-, Mergel-, Sand- und Humusboden — sich in Verbindung mit- und nebeneinander verhalten; welche Diffusionskraft haben ferner die Flüssigkeiten des Thonbodens gegenüber sandiger oder kalkiger Unterlage, oder umgekehrt? Welche Diffusionskraft hat jeder Boden schon für sich, oder wie wirkt er selbst mit bei der Capillaritätsanziehung, und welche Aenderung gibt er und erhält er, je nach den Lösungen, die mit ihm in Berührung kommen? Wie lange dauert es, bis irgend ein Fluidum durch eine Erdschichte diffundirt ist, und welche physikalische und chemische Aenderungen erleidet sie selbst und die diffundirende Flüssigkeit?

Was Thompson und Way auf diese Fragen geantwortet haben, ist schon erwähnt worden, ein anderes Kapitel über Absorption von Gasen und Flüssigkeiten und deren gelösten Inhalt sollte weiter behandelt werden. Indessen lassen die Resultate dieser Forscher bei

der genaueren Ermittlung der Verhältnisse dieser Doppelsilikate uns zunächst in Bezug auf ihre Löslichkeit oder selbst Zersetzbarkeit doch noch vor ihrer Diffundirung in die Wurzelzellen stehen.

Dieß führt auch zu der Frage: wie sich denn die als Dünger verwendeten Materialien in nächster Berührung mit den Bodenarten, chemisch wie physikalisch, mit und ohne Vegetation verhalten? Und zwar nicht nach theoretischen, den Grundsätzen der Chemie entnommenen Conjecturen, sondern auf Versuche gestützt. Es mag zur Erforschung dieses Verhaltens mehrere Wege geben, aber einen der deutlichsten sehe ich in der Methode durch Lysimeter, wie sie unten beschrieben werden sollen.

§. 43.

Gase und Lösungen absorbirende Kraft des Bodens.

Im Boden findet sich Luft, welche aus der Atmospäre in denselben sich verbreitet oder diffundirt. Auch das Wasser, welches in denselben eintritt, bringt Gase mit sich.

Diese Luftarten werden nicht bloß bedeutend verändert in ihm, sondern auch je nach der Art desselben verschieden stark zurückgehalten, absorbirt, wie sich die Forscher ausdrücken.

Vorerst soll der Stickstoff der Atmosphäre unter Berührung mit porösen Körpern, zunächst unorganischen Ursprungs, und mit Wassergas sich zu oxydiren und in Salpetersäure überzugehen im Stande seyn (Mulder).

Es müßte demgemäß auch ohne Zufuhr von organischen stickstoffhaltigen Stoffen möglich seyn, durch Lockerung allmählig im Boden assimilirbare Stickstoffverbindungen für die Vegetation zu erzeugen (Gilbert und Lawes).

Daß der Sauerstoff in Folge der Verwesung und Vermoderung organischer, humusbildender Stoffe gebunden und mit den Kohlenstoffen der letzteren zu Kohlensäure, mit ihrem Wasserstoff zu Wasser vereinigt wird, ist so gewiß, daß man seit Saussure schon keinen Anstand nahm, den Humus als eine nur mit ihm selbst versiegende Quelle an Kohlensäure im Boden anzusehen.

Die Pflanzenwurzeln finden also in der ihnen angewiesenen Atmosphäre zwischen den kleinsten Bodentheilchen, im Wasser und dessen Dunst, sehr reichlich Kohlensäure, wenn jene organischen in

Zersetzung begriffenen Reste vorhanden sind, während Luft und Wasser außer dem Boden vergleichsweise nur arm daran sind.

Während diese Luft normal nur 4 Maß Kohlensäure in 10,000 Maß Luft enthält (0,216 Gramme Kohlenstoff), so finden sich in der Luft des Bodens, der ein Jahr lang nicht gedüngt war, 90 Maß in 10,000 Maß Luft (fast 5 Gramme Kohlenstoff), also 22—23 mal mehr. Ein frisch gedüngtes Feld aber enthielt 980 Maß Kohlensäure in 10,000 Maß Bodenluft, also 245 mal mehr, als die äußere Luft (Boussingault).

Auch Ammoniak absorbirt der Boden aus der Luft, abgesehen von den ihm durch Regen zugeführten Quantitäten.

Obgleich man nach Way's Untersuchungen vermuthen sollte, die Fähigkeit des Thonbodens, Lösungen von Ammoniak- und Kalisalzen zu absorbiren und Ammoniak und Kali zurückzuhalten, die Säuren aber an Kalk oder Natron gebunden zu entlassen, beruhe auf einer Bildung eigenthümlicher Kieselerdeverbindungen (Doppelsilikate), z. B. kieselsaurer Kalithonerde oder kieselsaurer Ammoniakthonerde, so hat doch v. Liebig neuerlich diese Erklärungsweise angefochten.

Ein kieselsaures Ammoniak ist nach den genaueren Begriffen der Chemie bis jetzt noch nicht nachgewiesen. Aber daß der Thon der Ackererde so wie eisenoxydhaltige Erden die „Fähigkeit besitzen, Ammoniak aus der Luft aufzusaugen und mit Kraft zurückzuhalten, ist eine bekannte Thatsache.“ Jeder Thonboden enthält Thonerdehydrat und dieses besitzt die Eigenschaft, sich mit Ammoniak zu verbinden, ja nach H. Rose bildet dieses Hydrat mit kohlensaurem Ammoniak sogar eine Verbindung in festen Verhältnissen.

Die Verdichtung von Gasen an der Oberfläche starrer Körper wurde von Jamin und Bertrand untersucht und außerordentlich hoch gefunden, Magnus suchte die Erscheinung näher zu begründen.

Bei dem freien Raume eines Ballons von 590 Kubikcentim. drangen, wenn mit pulverförmigen Substanzen gefüllt, unter atmosphärischem Druck ein: Wasserstoffgas 595 Kubikcentim., Luft 602 Kubikcentim., Kohlensäure 645 Kubikcentim.

Mit diesen Versuchen hängt offenbar die Theorie Chevreuls über Capillaraffinität zusammen. Er versteht darunter die Verwandtschaftskraft fester Körper, sehr fein vertheilt, auf gasförmige oder in flüssiger Lösung enthaltene Substanzen. Das Binden der Farbstoffe

an Pflanzenfasern beruhe darauf. Auch die Einwirkung von Sand, Kies, Mörtel und Aehnlichem auf Kalkwasser zieht er hieher.

Wir halten es für dringend nöthig, in dieser Beziehung Versuche mit Ackerböden zu empfehlen.

§. 44.

Elektricität.

Quetelet hat nach dem mittleren Resultate achtzehnjähriger Beobachtungen zu Brüssel den Normalzustand der Luftelektricität als positiv, aber in sehr wechselndem Grade der Stärke angenommen. Das Maximum im Januar verhalte sich zum Minimum im Juni wie 13:1. Dellmann fand zu Kreuznach nach freilich nur einjährigen Beobachtungen das Minimum im Mai, das Maximum im December, beide sich verhaltend wie 1:2.

Das Verhalten der Bodenelektricität selbst, je nach den Bodenarten, hat bis jetzt keinerlei Anhaltspunkte für praktische Folgerungen geliefert und zahlreiche von uns selbst im Großen angestellte Versuche gaben kein weiteres Resultat, als das bekannte der Förderung des Keimens der Cerealien.

II. Abhängigkeit wildwachsender Pflanzen.

§. 45.

Abhängigkeit der Vegetation vom Boden.

Eine der wichtigsten Fragen für unsere Wissenschaft, ja diejenige, welche in neuester Zeit am meisten die Agrikulturchemiker beschäftigt hat, wurde zuerst von Unger nicht bloß zur Besprechung, sondern auch guten Theils zur Lösung gebracht. Mit derjenigen Mäßigkeit in Aufstellung von Behauptungen und der allseitigen Berücksichtigung so mannichfacher Natureinflüsse, welche den wahren Naturforscher kennzeichnen, legte Unger in seiner gekrönten Preisschrift über den Einfluß des Bodens auf die Vertheilung der Gewächse die Resultate seiner Forschungen in einem trefflich für diesen Zweck gelegenen Orte des nordöstlichen Tirol (Kitzbühel) dem öffentlichen Urtheile vor. Er theilte bekanntlich eine Flora ein in Pflanzen, welche dieser oder jener Bodenart ausschließlich eigen sind (bodenstete und zwar kalkstete und schieferstete) in solche, die eine bestimmte

Bodenart jeder andern vorziehen (bodenholde), in solche endlich, die an keine Bodenverhältnisse gebunden zu seyn scheinen (bodenvage Pflanzen).

Er deutet schon an, daß die Betrachtung dieser Verhältnisse auf eine Eintheilung der Gewächse nach ihrem Nahrungsbedarf führen könne, und spricht entschieden aus, daß die räumlichen Verhältnisse der Pflanzen zum Theil durch die chemisch-physische Beschaffenheit des Bodens bedingt werden.

Er leitet den Charakter der Dolomitflora z. B. geradezu von der chemischen Natur dieser Gesteinsart ab.

Dennoch steht der stricten Behauptung großer Abhängigkeit der Pflanzen von den chemischen Bestandtheilen des Bodens, so wenig man eine solche überhaupt zu läugnen sich bestimmt fühlen kann, manches entgegen.

Die von den Botanikern selbst angenommenen Wanderungen der Campestren-Flora durch Thäler und Schluchten in die Gebirge, ohne sich an Gebirgsformationen zu halten, wie Unger selbst an seiner Kalkflora zeigt (wohl nicht minder aus ihnen heraus) die mit den Elevationen und Lagen so großartig sich ändernden Vegetationscharaktere, die ja zur Bildung der Regionen trieben, die unendliche Mannigfaltigkeit der chemischen Verbindungen im Boden, die keinen von ihnen abhängigen entschiedenen Charakter für die darauf wachsenden Pflanzen vermuthen lassen, endlich die „Alles nährende schollige Gäa," die Dammerde, die Zumischung verwesender organischer Reste, die ja überall die oberen Schichten der geognostisch reineren Unterlagen mehr oder weniger bedeckt, die außerordentlich geringe Menge von Mineralsubstanzen, die zur Ausbildung einer Pflanze genügt, alles das sind bedeutende Einschränkungsmarken jenes Hauptsatzes, von Unger selbst sehr wohl erkannt, aber zu leicht gewogen.

Er erkennt sehr wohl die Seltenheit des Reinvorkommens der Silikate und schon der Talkerde, und hält deßhalb die Constituirung von Kieselsteten für schwieriger, führt sie aber doch aus. Er ist der Ansicht, daß die Kalkerde reiner vorkomme und die Kalksteten sind auch thatsächlich die am besten umschlossenen und charakterisirten.

Nächst ihnen gilt ihm auch der Kohlenstoff in Form von Torf in Mooren abgelagert Charakter gebend für die Vegetation. Da aber

die Kohle am unlöslichsten für sich ist, werden wohl die physikalischen Eigenschaften eines solchen Bodens, am meisten wohl seyn Wasser, das alle Temperaturen leichter ausgleichende, als die Hauptursache der Gleichheit des Vegetationscharakters aller Moore im Norden und Süden, in Ebenen und Gebirgen, angenommen werden müssen. Kiesel- und Kalkmoore mit dem Vegetationscharakter und umgekehrt in Beziehung bringen zu wollen, verdient kaum eine Beachtung.

Gibt es einen größeren Beweis gegen die hohe Bedeutung der chemischen Bodenbestandtheile für die Abhängigkeit der Pflanzenexistenz von ihnen, als jenen der Pflanzengeographen und Landwirthe, nach welchen die Flora einer Kalkformation in den Karpathen sich in Lappland auf Granit, die Kalkflora der Schweiz in den Karpathen theilweise auch auf Granit sich findet? Daß die kalksteten Pflanzen der Flötzalpenkalke größtentheils nicht bis zu den Kalklagern der Urgebirge vordringen? Die Landwirthe fordern für ihre Kulturpflanzen einen anderen Boden, je nach dem Klima, in dem sie gebaut werden, sie wissen aus tausendjährigen Erfahrungen, daß Lockerheit oder Bündigkeit das Entscheidende zwischen Lehm- oder Sandboden oder strengem Thonboden ist, wenn es sich um das Gedeihen der Kulturpflanzen handelt, und daß die Grund- und Meteorwasser das Uebrige thun. Und wo ist die Reinheit der Kalkgebirge und ihrer Verwandten? ihrer davon abstammenden Verwitterungsprodukte? der graue Alpenkalkstein des Alpennordrandes liefert nach der Verwitterung einen Mergel von sehr reicher Zusammensetzung.

Ist ja doch selbst nach Unger nur der fünfte Theil seiner Flora von Kitzbühel als bodenbestimmend gefunden worden! Beim Mangel von Hochgebirgen verwischt sich vorzüglich im südlichen Europa der Bodencharakter der Vegetation noch mehr, wie Shouw in den Apenninen, wir selbst auf den griechischen Gebirgszügen wahrnahmen. Die Ursache liegt wohl darin, daß die in Extremen leichter auftretenden Witterungsverhältnisse, das Klima selbst, jene immerhin aber vorhandenen Bodenverhältnisse in ihrem Einflusse noch mehr beschränken (De Candolle, Murray).

Kann ja doch der gründliche Forscher von Kitzbühel selbst nur den Kalk als durch seine chemischen Bestandtheile zunächst wirksam bezeichnen und sieht die Massengebirge und Uebergangsschiefer nur mehr durch ihre physikalischen Eigenschaften wirksam und zählt die

Anomalien selbst auf. Wenn er zu ihrer Erklärung dazumal die ungenügende Kenntniß der chemischen Bestandtheile der Gebirgsarten anführt, so dürfte dieß jetzt wegfallen und das Resultat jedenfalls nicht zu Gunsten der Theorie sprechen. Eher wäre das physikalische Verhalten der Gebirgsarten und ihres Verwitterungsproduktes im reinen und gemischten Zustande in Bezug auf Vermittlung von Wärme und Feuchtigkeit an die Pflanzen als ihre Pfleglinge am Standorte selbst noch zu erforschen.

Wenn Felder mit Thonschiefer in der Unterlage, Produkte der Verwitterung von Schiefer- und Massengesteinen, also die Thon- und Lehmböden im Gebirge die schlechteren, die des reinen Kalkbodens die besseren Erträge gaben, so ist dieß im Allgemeinen ein den Erfahrungen im Flachlande entgegengesetztes Resultat, offenbar also nicht von den chemischen, sondern wohl klimatischen, hier speciell den physikalischen Eigenschaften bedingt. Die Entstehung der Arten selbst ist uns vorerst bedingt vom Klima, was auch der Boden für Variationen noch leistet, und wir ziehen die Erforschung dieser Verhältnisse der Annahme einer unerreicharen Idee des Gesammtpflanzenorganismus hiezu vor, wenn auch frühere Erdbildungsepochen ihr günstig zu seyn scheinen.

Seit sehr langer Zeit schon schleppt sich in den landwirthschaftlichen Lehrbüchern eine Aufzählung von wildwachsenden Pflanzen fort, an welchen man bald die Bodenart selbst erkennen soll, oder welche mindestens diesem Boden vorzüglich eigen seyen. Oft widersprachen sich die Angaben, die meisten schrieben Gegebenes ab und setzten eigene Erfahrungen zu, und mit Recht! Da sie an verschiedenen Orten schrieben und klimatische Verhältnisse, nicht Bodenarten nach den Breiten 2c. variiren, so mußte der begründetste Widerspruch die Folge seyn.

So ist ein alter Hauptwechselbalg dieser Angaben der gemeine Huflattich (Tussilago farfara), auch Medicago lupulina, einige Festucaarten, Arrhenaterum elatius, Viola tricolor und einige Ampfer gehen ihm nahe. Ja sogar in ein und demselben Lehrbuche kann man dieselbe Species als Kalk-, Thon- und Kieselsandpflanze angegeben finden. Aber selbst das Ergebniß von Analysen, nach welchem Kiesel- und Kalkpflanzen sich in den Aschenbestandtheilen gleichen, oder wenn sogenannte erquisite Kalkpflanzen auf ganz

kalkarmen Boden gedeihen und deren Asche sich reich an Kalk zeigt, Alles das führt die Systematiker um jeden Preis nicht zur Erkenntniß der Wahrheit, sondern nur zu der weiteren Ausflucht, daß die Fähigkeiten der Pflanzen, diese Mineralsubstanzen in verschiedener Dichtigkeit der Lösung oder mit besonderer Gier aufzunehmen verschieden seyen. Vgl. die Analysen der Aschenverhältnisse. Pinus Pumilio und P. Mughus in Wöhlers und Liebigs Annalen. XCV. Bd., 2. Heft.

Sollen wir uns verführen lassen, eine Sichtung dieser Angaben zu versuchen? Sie wird nur für einen geographisch gut abgegrenzten und botanisch wohl durchforschten Bezirk gelten können. Was zu letzterem gehört, ist wohl bekannt und nur von sehr genauen und sehr fleißigen botanischen Excursionen und Zusammenstellungen zu erwarten. Fast besser würden außerdem die Aufzählungen als irrführend ganz unterlassen.

Zu den Pflanzen des Kalkbodens wurden bei uns gezählt: Sessleria coerulea, Brachypodium pinnatum, Festuca ovina, Ophrys myodes, Gymnadenia suaveolens, Cephalanthera ensifolia, Anthericum ramosum, Tofieldia calyculata, Euphorbia cyparissias, Hyoseris foetida, Carlina acaulis, Centaurea montana, Buphthalmum salicifolium, Asperula odorata, Gentiana cruciata, Prunella grandiflora, Erica carnea, Cornus sanguinea, Potentilla verna, Gypsophila repens, Helianthemum vulgare, Polygala chamaebuxus, Hippocrepis comosa, Hedysarum onobrychis, Astragalus glycyphyllus, Anemone hepatica, Dryas octopetala, Rubus saxatilis, Corydalis cava. Compositen, Leguminosen, Cruciferen und Flechten herrschen vor anderen Familien vor.

Zu jenen des Thonbodens (Thonschiefer) nebst Varietäten gehören: Sessleria distycha, Juncus trifidus, Crepis grandiflora, Sedum annuum, Corthusa Mathioli, Lathyrus sylvaticus pratensis, Orobus tuberosus, Phleum pratense, Calluna vulgaris (?), Alopecurus pratensis, Myosurus minimus, Papaver Argemone.

Zu jenen des Kieselsandes werden gezählt: Elymus arenarius, Statice armeria, Carex arenaria, Agrostis stolonifera, Holcus mollis, Spartium scoparium, Agrostis spica venti,

Spergula arvensis, Arundo arenaria, Ornithopus perpusillus, Teesdalia nudicaulis, Radiola linoides.[1]

Die Pflanze erhält von der chemischen Zusammensetzung des Bodens und seinem Verhalten zum Wasser, zur Wärme und zur Luft die wesentlichsten Bedingungen zu ihrem Leben, so gestaltet sich das Resultat unbefangener Forschung.

Wenn die geringen Quantitäten von Mineralbestandtheilen, welche dem Boden zugemischt sind, ohne Bedeutung für die Vertheilung der Gewächse sind, wenn selbst einige Procente Silikate oder Kalkcarbonat nicht hinreichen, auf Kalkboden dort eine Kieselpflanze und auf Thonboden hier eine Kalkpflanze wachsen zu lassen, wenn wir aber anderseits wissen, daß diese Quantitäten zur Versorgung der dort wachsenden Pflanzen mit Mineral- oder Aschenbestandtheilen weitaus hinlänglich und auch in löslicher Form vorhanden sind, was bleibt dann wohl anderes übrig, als das allerdings richtige Phänomen durch die physikalischen Bodeneigenschaften als vorzugsweise bedingt zu erklären? Wie auch sollte sich anders das Zusammentreffen der Behauptungen Thurmanns,[2] des Verfechters der physikalischen Eigenschaften mit jenen der mehr der chemischen Richtung Zuneigenden erklären?

Wir wissen wohl, daß die Annahme einer Gesammtheit von Einwirkungen zur Verschwommenheit führend angesehen wird, daß die „gute Mitte“ als wenig Nützliches fördernd auch in der Wissenschaft erklärt wird, allein wir glauben in ihr hier die Wahrheit zu finden und huldigen dieser vor Allem.

Was trägt nun die Landwirthschaft zu diesen Lehrsätzen bei? Merkwürdig ist vor Allem, daß alle Kulturgewächse bodenvag geworden sind, und nur wenige sind bodenhold, jedoch je nach dem Klima, am meisten nach dem geographischen, wechselnd.

Der Tabak, der Hopfen, die Färbepflanzen, die Oelpflanzen, also die jüngsten der Kulturpflanzen werden schon auf allen Bodenarten, wenn nur gut gedüngt und bearbeitet, mit gutem Erfolg

[1] Wie wenig diese Bezeichnungen bei verschiedenen Klimaten bedeuten, zeigt am besten eine ausführliche Zusammenstellung einschlägiger Arbeiten von Unger (Nordtirol), Sendtner (Südbayern), Schnitzlein und Frikhinger (Franken), Bogenhardt (Jena) in Sendtners sydbayerischen Vegetationsverhältnissen. München 1854.

[2] In den Resultaten! xerophile Pflanzen sind aber Kalkstete oder Kalkzeiger.

gebaut. Der Rothklee liebt Lehmboden, aber er gedeiht auch im Kalkboden und Sandboden, falls ihm nur nicht Feuchtigkeit im Sommer fehlt. Mangelnde Luftfeuchtigkeit und zu hohe Wärmegrade machen ihn selbst bei Bewässerung in Griechenland im Sommer verdorren. Dafür gedeiht hier die Luzerne im Sandboden bei Bewässerung, wie bei uns im Thonboden ohne letztere. Der Espar liebt Kalkboden, gedeiht aber in den Sandalluvien der Niederungen (Keupersand) ebenfalls und in dem fetten Lehmboden und Mergel am allerbesten.

Wo werden nicht in allen Bodenarten, je nach dem Klima verschieden, die Cerealien gebaut?

Der Weizen verdirbt im strengen Norfolkclay ohne Drainage, aber im strengsten Thonboden von Sicilien und Griechenland, im Nilschlamm selbst, gedeiht er am besten. Die Geest, die oft sehr schön angebaute, würde in Griechenland schon und noch mehr in Nordafrika seyn, was die Sahara ist.

Wenn man nicht die Unterschiede des physikalischen Klima je nach nicht gerade weit entfernten Lokalitäten gelten lassen will, fällt auch Thurmanns sonst einseitige Theorie. Eine xerophile Pflanze in Deutschland ist in Griechenland eine pelische und umgekehrt, falls solche Weltbürger so weit wandern.

Wir nennen Beispiele:

Setaria germanica, Panicum crus galli erklärt man in Deutschland für Kieselpflanzen; sie wachsen in Griechenland im kalkreichsten Boden. Ebenso: Ficaria ranunculoides, Fragaria collina, Herniaria glabra, Scleranthus annuus, Tussilago farfara, Spec. Speculum, Lycopsis arvensis, Saponaria vaccaria, Silene noctiflora, Radiola linoides, Erysimum orientale, Papaver argemone.

Es geht am weitesten, Glimmerpflanzen nennen zu wollen, außer es stützte sich die Annahme auf physikalische Verhältnisse, da Glimmer so gut wie nichts Lösliches an den Boden abgibt.[1]

[1] Die Menge der unorganischen Stoffe in den Pflanzen steht auch nicht im Verhältniß zu ihrer Menge im Boden, in dem sie wachsen. Und wenn die Pflanzen dieselben, ihr Wahlvermögen zugegeben, im Boden nicht finden, so können sie begreiflich innerhalb der Gesetze chemischer Kräfte, dieselben substituiren, Basen durch Basen, Säuren durch Säuren. Und dieses Verhältniß ist vom Klima wieder abhängig.

Eine hygrophile Pflanze Südeuropas kann eine xerophile in Deutschland werden.

In Deutschland und der Schweiz wachsen viele Pflanzen an feuchten Stellen im Sommer, sie sind Hygrophile ersten, zweiten und dritten Grades, in Griechenland aber wachsen sie, zumal perennirende, im trockensten Boden, aber sie vegetiren vorzüglich im Winter, wo sie die reichlichen, atmosphärischen Niederschläge nähren.

Hier wachsen Delphinium consolida (und Ajacis), Erysimum cheiranthoides, Holosteum umbellatum, Asperugo procumbens, Herniaria glabra, Carduus marianus, Onopordon Acanthium, Adonis aestivalis auf dem sonst trockensten Boden, Kalkboden mit zahlreichen Kalksteinen, aber sie vegetiren den Winter durch- und verblühen rasch im Frühlinge.

Ferner ist die Feuchtigkeit haltende Kraft des Bodens zu sehr von der Verkleinerung der Theile desselben abhängig, um der geognostischen Formation so viel Antheil zukommen zu lassen.

Kalkschlamm ist noch wasserhaltender als gewöhnlicher Thon. Die Zumischung verwesender, organischer Substanzen kann einen Sandboden fast so wasserhaltend, wie einen leichten Thonboden machen (siehe unsere Versuche). Letzteres ist aber von vielen Zufälligkeiten u. A. abhängig.

Weil eben die Kulturpflanzen dem Gesetze der strikten, anorganischen Incorporation widersprechen, werden sie als „weniger zu Untersuchungen über normale Verhältnisse im Pflanzenreiche geeignet" erklärt. Aber sie gerade sind es, ist einmal das Gesetz an den in möglichst natürlich gebliebenen Verhältnissen wachsenden Pflanzen erforscht, an welchen die Constanz desselben, seine Abweichungen, seine Bedeutung am besten erforscht werden können. Einer der häufigsten Sätze der Agrikulturchemie war, daß ein und dieselbe Pflanze einige Jahre nach einander auf ein und denselben Boden gebaut, keinen Ertrag mehr gebe (wir sagen absichtlich nicht „nicht mehr gedeihe").

Es werden aber gewiß zwei Drittheil der kultivirten Erdbodenfläche gar nicht gedüngt, auch nicht künstlich bewässert. Schon in Griechenland, noch mehr in Kleinasien, Nordafrika ꝛc., in allen nicht von Strömen überflutheten, nicht bewässerbaren kultivirten Flächen wird ein ausgedehnter Cerealienbau nur allein auf die Meteorregen im Winter, oft selbst ohne alle Brache, gegründet und seit der dort

langen historischen Zeit, seit die Mythe Demeter das erste Saatkorn zu Eleusis streuen ließ, mit Erfolg betrieben. Hier überall werden alljährlich also Salze genug im Boden frei, um die künstliche Vegetation zu ernähren. Trifolium fragiferum, das zur Wanderpflanze werde und den Bündel schnüre, wenn es seine anorganischen Substanzen nicht mehr finde, ist in Griechenland seßhafte Pflanze seit Homer, da sie die rossenährenden Wiesen von Argos — den Lotos darauf — constituirt. Erigeron canadense ist notorisch nur abhängig von Anbauverhältnissen anderer Pflanzen. Man hörte noch nicht, daß bei gut unterhaltener gewöhnlicher Düngung der Tabak, immer auf dasselbe Feld wiederkehrend, oder der Mais sogar, oder der Krapp zurückgeschlagen wäre, ebensowenig als man ein Zurückgehen bestimmter Gartenpflanzen, die in Hausgärten seit Jahrhunderten, unter sich den Ort wohl manchmal wechselnd, aber doch jährlich dieselben, gebaut werden, wird zugeben wollen. Finden Petersilie, Zwiebel, Lauch, Sellerie, Möhren, Salate, findet nicht die oft seit Menschengedenken an einem Orte ständige Topinambour bei gewöhnlicher Stalldüngung nicht bloß Fortkommen, sondern auch wirthschaftliches Gedeihen? Unserer Ueberzeugung nach ist das Freiwerden der allerdings nöthigen Salze nur selten so sehr beschränkt, daß darauf eine Eintheilung der Pflanzen gegründet werden könnte, obwohl wir gewiß zugestehen, daß eine Vermehrung jener, direkt oder indirekt, das Gedeihen von Kulturpflanzen sehr oft außerordentlich zu erhöhen vermag. Die große Bedeutung der Phosphate und der Alkalien im Boden nachgewiesen zu haben, ist ein großes von der Erfahrung allseitig bestätigtes Resultat der Agrikulturchemie. Es käme übrigens darauf an, durch Versuche das Maß von Feuchtigkeit und Wärme, alle Nährstoffe als gegeben angenommen, zu bestimmen, welches je einzelne Kulturpflanzen zum besten Gedeihen verlangen, und es möchte daraus eine wahre Eintheilung in hygrophile und xerophile mit Angabe von Zahlen hervorgehen können.

Es ist von Seite von Botanikern behauptet worden, daß alle Einflüsse, welche die Entwicklung der vegetativen Sphäre, des Laubes begünstigen (z. B. reichliche Nahrung, Düngung) den Eintritt in die reproduktive, das Blühen verzögern. Auch ein Landwirth, C. Pistorius, erzählt, daß Knochenmehl nach comparativen Versuchen das Reifen von Reps um acht Tage verzögert, aber vollkommen

gemacht habe. Nach den Erfahrungen sächsischer Landwirthe dagegen erzeugt Guanodüngung ein früheres Reifen bei sehr vollen und schweren Körnerk, obgleich auch die Halm- oder Blattentwicklung höchst üppig war. Der Eintritt in die reproduktive Sphäre aus der vegetativen wird beschleunigt, so zwar, daß in Folge dieser Kraftdüngung Cerealienproduktion in kalten Gebirgsgegenden jetzt möglich ward, wo sie es früher nicht war. Doch ist es mehr eine Beschleunigung der Entwicklung beider Sphären, welcher jene der Verkümmerung mit Nothreife entgegensteht. Nicht die üppige Blatt- und Stengelentwicklung an sich ist Ursache geringeren Blüthe- und Fruchttragens, das erste schon gar nicht, sondern der eintretende Abbruch der die Vegetation überhaupt begünstigenden Umstände. Gut gedüngter Weizen reift eben so bald als schlechtstehender, und in fruchtbaren Jahren wird die Erntezeit nicht verspätet, nur allein Nothreife wegen Armuth des Bodens oder Trockenheit ausgenommen. Schon das Wesen der Pflanzenmetamorphose mußte gegen die Existenz eines Gegensatzes in diesen Sphären sprechen, wie denn überhaupt die Annahme solcher Gegensätze nur ein Rest alter naturphilosophischer Ansichten, der Polaritätslehre entquollen, ist.

Auch das Früherblühen mehrerer Pflanzen in den Hochalpen, wie der Erica carnea, Parnassia palustris, Colch. autumnale, als sie in den Ebenen blühen, ist aus dieser Eile, von der vegetativen Sphäre zur reproduktiven zu kommen, erklärt worden, weil „sie das müssen.“ Aber es ist nichts weiter als das Produkt klimatischer Verkümmerung, wie andere Pflanzen durch Bodenverkümmerung ebendahin kommen. Nicht eine Eile, sondern eine gleichmäßige Beschränkung ist's, die beiden Sphären eine kurze Entwicklung gönnt. Darum bleiben jene Pflanzen klein an Blatt und Stengel, und haben nur spärliche, wenn auch oft größere Blüthen.

Der Mais bietet als landwirthschaftliche Erfahrung hiezu den besten Beweis. Man kann nicht bloß Cinquantino und Quarantino ziehen, man kann einen in Monatsfrist reifenden Zwergmais von 1 Fuß Höhe künstlich durch Verkümmerung ziehen, wie es uns durch solche Pflanzeninanitionsversuche gelungen ist. Die Landwirthschaft hat großes Interesse bei diesen Theoremen, denn es würde ja bei Existenz eines wahren Gegensatzes zwischen vegetativer und reproduktiver Sphäre des Pflanzenlebens folgen, daß man beim Bau von

Samenfrüchten auf Abkürzung und Beschränkung der ersteren zu Gunsten der letzteren einzuwirken habe. Auch steht dem die Erfahrung zur Seite, daß stark in's Kraut schießende, in Blatt und Halmen üppige Cerealien oft schlechter, d. h. leichter im Korn ausfallen. Aber letztere Erfahrung ist nur richtig, wenn den günstigen Bedingungen der Entwicklung der vegetativen Sphäre die gleichfalls günstigen für die reproduktive fehlen, entweder zu wenig Wärme und Licht zur Fruchtbildung oder nährende Substanzen vergönnt werden, wie dieß in nassen Jahren und bei allzurasch und vorübergehend wirkenden Düngermaterialien der Fall ist. Wahrhaft fruchtbare Jahre sind gut im Stroh und Korn.

§. 45.

Abhängigkeit der Vegetation vom Boden.

Der Betrachtung über Einfluß von Wärme und Feuchtigkeit im gedüngten und ungedüngten Boden, folgt am besten gleich das wie Wirkung zur Ursache stehende Kapitel von den Lösungen im Boden.

So gewiß eine Pflanze ohne eine gewisse Wärmemenge nicht leben kann, eben so gewiß bilden die Wärmeeinheiten keinen wägbaren Stoff in ihr. Das Licht, die Elektricität, Luft zum Athmen, der feste Standort, alle sind der Pflanze zur Existenz überhaupt nothwendig, aber sie fügen ihr keinen Stoff zu, sie vermehren ihr Gewicht nicht, sie bedingen die Ernährung, aber sie sind selbst keine Nährstoffe.

III. Die Lösungen.

§. 46.

Ihre Bedeutung.

Es kann sich aber oft fragen, ob eine geschickte Benützung derselben auch in unseren Breiten die weitere Zufuhr aller oder einiger Nährstoffe, d. h. Düngen, bis zu einem gewissen Grade überflüssig, also meistens unwirthschaftlich machen kann?

Der wichtigste Theil der Agrikulturchemie beschäftigt sich nur mit dem, was im Boden gelöst ist und was durch die Luft den Pflanzentheilen geradezu (in Blättern und Stengeln) oder erst durch den Boden den Wurzeln zugeführt wird. Die chemische Analyse des

Bodens, diese so ausgebildete und fast 20 Jahre vorwaltend von den besten Agrikulturchemikern betriebene Untersuchung, ist es, die hier in die Lehre vom Ackerbau eingreift.

Wenn nur das die Ernährung der Pflanzen bewirken kann, was löslich in Wasser ist, weil es nur so in Diffusion mit dem Zellinhalte der Wurzeln treten kann, so ist begreiflich die nächste Frage, was ist in den Wassern von Natur schon gelöst?

§. 47.

Carbonate.

Die Natur scheint vorzugsweise die Kohlensäure als Mittel zur Lösung benützt zu haben. Die Kohlensäure aber bildet, so heißt die allgemeine Regel, mit den Alkalien, alkalischen Erden und Eisen- und Manganoxydulen lösliche Carbonate und noch löslichere Bicarbonate. Wo die Lösung ohne vorherige Zersetzung sich von selbst macht, wie z. B. bei Kochsalz, Gyps ꝛc. ist nichts zu sagen.

Nicht so bei Lösungen durch vorhergehende Zersetzung, so z. B. der Silicate durch kohlensäurehaltiges Wasser, wo die Kohlensäure die Kieselsäure austreibt (kieselsaures Kali und kohlensaurer Kalk). Die schwächere Kohlensäure wirkt zwar langsam, aber doch so sicher in der Natur, wie die rasch wirkende Salzsäure im Laboratorium, noch dazu, wo durch hydrostatischen Druck die Wasser von ihr in Säuerlinge umgewandelt wurden.

Obgleich in der Natur kaum mehr als 6 Theile Kalkbicarbonat in 10,000 Theilen in Sauerwasser gelöst gefunden werden, so lassen sich doch versuchsgemäß 10,12 Theile Kalkcarbonat in 10,000 Theilen Wasser lösen, wenn der kohlensaure Kalk im mechanisch zerkleinerten Zustande angewandt wird und Kohlensäure in das Wasser strömt. Bei weitem größer ist die Auflöslichkeit des durch Präcipitation dargestellten kohlensauren Kalkes. Das Magnesiacarbonat ist als Bicarbonat etwas weniger löslich.

Aus einem Gemenge von kohlensaurer Kalkerde und kohlensaurer Magnesia löst destillirtes Wasser 28 Mal soviel von dieser, als von jener auf. Jene wird also auch viel später aus einer Lösung in Folge von Verbindung niederfallen, als diese.

Das Maximum des kohlensauren Kalkes, welches von mit

Kohlensäure gesättigtem Wasser aufgelöst wird, ist 0,1%. Nach Bischofs Versuchen sind dazu 0,022 Kohlensäure erforderlich.

Eines der wichtigsten Salze ist offenbar kohlensaures Eisenoxydulhydrat, das so regelmäßig fast mit etwas Thonerde verbunden gefunden wird, daß eine besondere Beziehung stattzufinden scheint. Dazu kommt seine Rolle dem Ammoniak gegenüber und die des letzteren im Thongeruch. Aehnlich verhält sich Manganoxydul.

Sollten nicht beide dem Ammoniak und der Thonerde gegenüber sich Säuren ähnlich verhalten? Wie aber die Kohlensäure, die das Eisenoxydulhydrat löslich macht, versuchsgemäß 6 Theile in 10,000 Wasser, durch welches 9 Stunden lang Kohlensäure strömte? Aehnliches scheint oft zwischen Baryt und Manganoxyd zu existiren, obgleich die Mischungsgewichte dagegen sprechen. Nach Fuchs fand sich ja auch Kali mit Manganoxyd in chemischer Verbindung, wobei letzteres die Rolle einer Säure spielt. Und gerade Eisen- und Manganoxydule bilden Carbonate.

Es ist indessen schwer zu sagen, ob das Eisen in einem Minerale (z. B. den Feldspathen) als Oxydul oder Oxyd vorhanden sey, da es kaum einen kalifreien Feldspath gibt. Da Feldspath durch kohlensäurehaltiges Wasser leicht verwittert, so geschieht dabei ein allmähliges Lösen und Fortführen aller darin vorhandenen Alkalien. Begreiflich herrscht in der Lösung das leichter lösliche Natron vor, aber die geringe Menge von Kali in den Gewässern ist doch oft schwer erklärlich. Bischof versucht dieses aus der leichten Verbindung des Kali als stärkster Basis mit anderen Säuren auf selbem Wege zu erklären. Wie durch Verwitterung krystallinischer Gesteine Kali, Natron, Kalk, Magnesia und zum Theil auch Eisenoxydul als Carbonate aus der Gesteinsmasse heraustreten, so kann es auch mit Baryt und Strontian durch die Kohlensäure der Gewässer geschehen. Am wenigsten liefert hiezu der schwer verwitternde, sonst aber an Kali und Magnesia sehr reiche Glimmer.

Aus den sedimentären Formationen liefert Thonschiefer nur wenig Kali, Keupersandsteine, Gyps, Muschelkalke Spuren von Natron, mehr Kali in der Grünsandformation. Sehr allgemein sind aber in den sedimentären Bildungen die Carbonate des Kalkes und der Magnesia verbreitet. Die meisten Eisenoxydulsilikate, in

Sümpfen und Morästen der Eisenocker und Raseneisenstein, kommen aus den tertiären Bildungen und wenig Kohlensäure, von Fäulniß organischer Reste stammend, reicht hin, das Eisen als Oxydul zu lösen.

Es findet sich das Eisen als: kieselsaures Eisen mit Thonerde und Magnesia (dreibas. Silikat,), kohlensaures Eisenoxydul, eisensaure (Eisenoxydulhydrat) Ammoniakthonerde.

Chlorüre, Bromüre, Jodüre werden neuerlich zwar in sehr geringen Mengen, aber doch überraschend häufiger als sonst, namentlich erstere, nachgewiesen. Fluorkalcium ward neuerlich öfter in Quellen gefunden; fossile Knochen sind reicher daran als nicht fossile, kohlensaure Alkalien zersetzen es, auch auf nassem Wege; die alkalischen Fluorüre werden wieder durch Thonerdesilikate zersetzt.

In süßen Quellen, die nicht sehr reich an Kohlensäure sind, finden sich auch Kalk- und Magnesiasilikate, vorzüglich letztere. Sie werden durch überschüssige Kohlensäure zersetzt, namentlich ersteres. Alkalische Silikate können selbst in concentrirtem Zustande und bei großem Ueberschusse an Kohlensäure unzersetzt in wässeriger Auflösung bestehen. Sie können durch Zersetzung von Carbonaten entstehen.

§. 48.

Sulphate.

Die schwefelsauren Salze sind zwar nicht so häufig, wie die Chlorüre in den Wassern vorhanden, am häufigsten Gyps, der leichter lösliche, aber doch nächst diesen und den Carbonaten am häufigsten. Schon durch Natronsilikat, wenn es mit Gyps zusammenkommt, bildet sich schwefelsaures Natron und Kalksilikat, und kohlensaure Magnesia zu Gyps gebracht wandelt sich allmählig in kohlensauren Kalk und schwefelsaures Magnesia um (Mitscherlich). So wird selbst die Entstehung der Bitterwasser aus den Mergeln von Seidschütz erklärt.

Es wird unter Anderem gefragt, ob der Gyps als Dünger in die Ackererde gebracht nicht durch Zersetzung des Kalisilikates darin, durch Bildung von schwefelsaurem Kali wirke? (Bischof.) Dasselbe wird von Chlorkalcium, das mit Natron- und Kalisilikaten leichtlösliche Chlorüre bilde, vorausgesetzt. Es gibt uns die Untersuchung süßer Quellen die besten Fingerzeige, welche Salze die Natur

zunächst aus einer Gebirgsart, von der sie kommen und deren Verwitterungsprodukt häufig die Ackererde ist, zu lösen im Stande ist, was durch direktes Auslaugen lange nicht so sicher erforscht werden kann.

Schwefelsaure Salze werden durch organische Substanzen allmählig zersetzt und Schwefelwasserstoff neben Kohlensäure und Kohlenoxydgas entwickelt. Gewöhnlich bildet sich zuerst mittelst kohlenstoffhaltiger Substanzen eine Schwefelleber und diese wird durch Vermittlung der Kohlensäure und der organischen Substanzen zersetzt, denn, leitet man Kohlensäuregas durch eine Auflösung von Schwefelnatrium oder Schwefelkalcium, so entwickelt sich Schwefelwasserstoffgas. Es ist oft von Kohlenwasserstoffgas begleitet. Sofern sich Schwefelwasserstoffgas zu Schwefelsäure oxydirt, greift dieses Gesteine an. Durch jenes bilden sich leicht Schwefelmetalle.

§. 49.

Phosphate.

Phosphorsaure Salze haben ihrer Seltenheit und doch großer Unentbehrlichkeit wegen (phosphorsaure Magnesia in den Samen) immer viel Eifer im Nachweis erregt, aber selbst Sullivans Allüberalldarstellen beruhigte kaum.

Phosphorsaures Natron findet sich in Gewässern und zersetzt schwefelsaure Thonerde, indem sich phosphorsaure Thonerde bildet, die in mit Kohlensäure gesättigtem Wasser sich etwas löst. Die Natur wendet noch größere Mittel zur Lösung an und dieses Salz ist für die Chemie der Ackerkrume von großer Bedeutung. Aehnlich das phosphorsaure Eisenoxydul.

Die Löslichkeit der phosphorsauren Salze ist je nach ihrem Ursprung und Beimischung außerordentlich verschieden. Phosphorsaurer Kalk und kohlensaures Eisenoxydul zersetzen sich gegenseitig.

Die phosphorsaure Ammoniak-Magnesia ist die altbeliebteste Form des unlöslichen Niederschlages zum Nachweis von Phosphorsäure oder Magnesia, aber sie kann sich nicht bilden, wenn kohlensaure Gewässer, welche basischphosphorsaure Kalkerde enthalten mit Magnesiasilikaten und mit Ammoniak, welches sich etwa in der Dammerde aus faulenden organischen Ueberresten bildet, in Berührung kommen. Mittelst alkalischer Silikate und Carbonate wird aber der phosphorsaure Kalk zersetzt und so die Bildung von phosphorsaurer

Magnesia angebahnt. Bischof leitet alle Phosphorsäure in Sedimentenbildung und in allen Pflanzen und Thieren von Apatit ab, ja jene der ersteren ist wohl nur durch letztere cirkulirt. Die Pflanzen sind die Sammler der Phosphorsäure wie der Alkalien. Der phosphorsaure Kalk der Knochen ist viel leichter löslich, als jener des Apatit.

Phosphorsaurer Kalk löst sich auch in Wasser, welches Kochsalz, oder ein Ammoniaksalz oder alkalische Bicarbonate enthält. In Wasser, welches ein Ammoniaksalz enthält, löst er sich so leicht wie Gyps (Liebig). In kohlensäurehaltigem Wasser verhält er sich dem kohlensauren Kalk ähnlich.

„Es fanden Faist und Schramm in dem sogenannten Wellendolomit der Triasformation Württembergs in 1000 Theilen 1,76 Phosphorsäure, in andern Schichten des Jura konnte sie meist mit Bestimmtheit nachgewiesen werden. In französischem Milleporenkalk fand man 0,3 bis 0,5 Procent Phosphorsäure; in einem Mergel von Trautschen fand Wolff 1,1 Procent, in einer mergelartigen Erde aus der Kreideformation fand Herapath an 27 Procent, an Kalkmagnesia, Eisenoxyd und Thonerde gebunden. In dem Schlamm einer Knochenhöhle zu Baloe in Westphalen fand von der Mark in den feinern Schichten über 21 Prozent phosphorsaure Kalkerde.

Selbst krystallinische, wie man annimmt, im Feuerfluß gebildete Gesteine, wie der Nephelinfels, enthalten Phosphorsäure in der Form von phosphorsaurem Kalk zu 1—3 Procent; der Phosphorsäuregehalt der Flötzbildungen stammt fast ausschließlich von den fossilen, zum Theil in feinen Schlamm verwandelten und mit Meeresablagerungen vermischten Resten vorweltlicher Schaal- und Wirbelthiere, von welchen sich oft noch wohlerhaltene Knochenfragmente, namentlich in den Jurabildungen in ansehnlicher Menge finden. Die Solenhofer Schieferbrüche, welche den allein in Bayern von solcher Güte vorkommenden lithographischen Stein liefern, bieten ein bekannteres Beispiel.

Unsere jetzigen Meeresablagerungen, wie der Seeschlamm, entstehen auf ähnliche Weise und enthalten ansehnliche Mengen von Phosphorsäure, wie z. B. der Seeschlamm an den Küsten der Normandie nach den Untersuchungen von Pierre 1,3 Procent. Während das innere Knochengerüste der Wirbelthiere (Säugethiere, Vögel,

Fische, Amphibien) zur Hälfte aus phosphorsaurem Kalk besteht, enthalten die äußern Bedeckungen der Muschelthiere und Schnecken verhältnißmäßig weit weniger davon. Wicke fand in dem Gehäusedeckel der Weinbergsschnecke 5—7 Procent phosphorsauren Kalk, in dem Deckel eines Trochus (Kreiselschnecke nur Spuren von phosphorsaurer Magnesia, sonach enthalten die pflanzenfressenden Lungenschnecken wiederum mehr, als die polypenfressenden Kiemenschnecken. Wenn wir bedenken, daß in den ersten Perioden der Erdbildung die Bedingungen nicht vorhanden waren, welche zur Existenz durch Lungen athmender Thiere nothwendig sind, daß erst ein zahlloses Heer von Weichthieren mit sehr untergeordnetem Athmungsproceß die Oceane bevölkerten und eine üppige Pflanzenwelt die Luft erst reinigen mußte von der überflüssigen Kohlensäure, daß erst in spätern Perioden krebsartige Thiere, später Fische und riesige Eidechsen, noch später Vögel und Säugethiere auftraten, dann müssen nothwendig obere Formationen, wie die Kreide, Jura und Trias, reicher an Phosphorsäure seyn, als die darunter liegenden Zechsteinkohle- und Grauwackeschichten. (Keller.)

§. 50.

Silikate.

Eine wichtige Rolle spielt die theils gar nicht in Wasser, Säuren und anderen Flüssigkeiten (ausgenommen Flußsäuregas) lösliche, theils in Quellen, Flüssen, im Meere in geringen Quantitäten vorkommende lösliche Kieselsäure. Im Quarz, Bergkrystall rc., auch im Feldspath, der Hornblende, findet sich die erstere, in den Zeolithen, außer den allgemeinsten Lösungsmitteln der Natur die andere. Außer dem Meteorwasser enthalten alle Gewässer mindestens Spuren von Kieselsäure.

Die beiden Modifikationen gehen in einander über. In Wasser oder Säuren gelöste Kieselerde wird nach Abdampfen des Lösungsmittels unlöslich. Die Kieselsäure ist bei gewöhnlicher Temperatur die schwächste aller Säuren, sie löst sich bei'm Kochen in kohlensauren Alkalien auf, ohne die Kohlensäure zu vertreiben. Aber sie bleibt sich auch in hohen Temperaturen gleich, obgleich sie sich mit Wasserdämpfen etwas verflüchtigt.

Die hohe Temperatur des Wassers (Islands Geysser) hilft am meisten zur Lösung, aber kaltes Wasser wirkt in der Hauptsache ebenso,

nur viel langsamer. Was die Kunst mit Salzsäure oder Schwefelsäure oder der Siedhitze bewirkt, vollendet die Natur allmählig durch Kohlensäure und Wasser bei der gewöhnlichen Temperatur. Kali-, Natron-, Kalk-, Magnesia-, Thonerde- und Eisenoxydulsilikate ziehen vorerst unsere Aufmerksamkeit auf sich. Kalk- und Magnesiasilikate, zwar sehr schwer, aber doch in Wasser lösbar, werden durch durchströmende Kohlensäure zersetzt, denn der bleibende, trockene Rückstand braust mit Säuren. Ob die Magnesiasilikate vollständig oder nur in Doppelsalzen, wird bezweifelt. Soviel Kohlensäure benützt aber die Natur selten, niemals in jenen süßen Gewässern, die nur von dem Fäulnißprocesse ihre Kohlensäure erhalten.

Durch Aufnahme von Wasser werden die Silikate der Erden wasserhaltig und damit beginnt die leichtere Löslichkeit, welche die Kohlensäure vollendet.

Es ist überhaupt schwer, ein gänzlich unlösliches Salz darzustellen.

Eisenoxydulsilikate halten sich nur so lange in Lösung, als kein Sauerstoff aus der Luft zutritt. Ist letzteres der Fall, so scheidet sich Eisenoxydhydrat (mit Kieselerde) ab.

Indessen sind die Magnesiasilikate häufiger als die Kalisilikate, erstere werden im gelösten Zustande von Kohlensäure zersetzt, letztere im gelösten Zustande und im festen. Immer aber beginnt die Kohlensäure mit diesen zuerst. Aber die einfachen Kalisilikate sind viel seltener als die Magnesiasilikate.

Aetzkalk zerlegt auf nassem wie auf trockenem Wege die alkalischen Silikate, Kalksilikat fällt unlöslich (schwerlöslich) nieder. Auch die löslichen Kalksalze (Gyps, Chlorcalcium) werden von den alkalischen Silikaten zersetzt. Kalksilikat fällt nieder und das alkalische Salz bleibt in Lösung. Kohlensäure zersetzt kieselsaure Alkalien und Silikate werden um so leichter zersetzt, je mehr Kalk sie enthalten. In der Siedhitze beginnen aber oft die Verwandschaften sich umzukehren, und die Kohlensäure wird dann von der Kieselsäure ausgetrieben.

Daß die krystallinischen Gesteine die vorzüglichsten Alkalien den Pflanzen liefern können, ist so gewiß, daß das in den Pflanzen cirkulirende Kali als ein Bruchtheil von demjenigen angesehen wird, welches durch Zersetzung der Feldspathe — begreiflich in großen Zeiträumen — ausgeschieden ward. Auch Natron wird davon

hergeleitet, da es aus primären Gesteinen ohnedem viel leichter als Kali ausgeschieden wird.

Reicher an Kali sind die Landpflanzen, an Natron die Meerespflanzen, ja letzteres scheint für erstere ganz werthlos zu seyn. Für das continentale Pflanzenreich in der großen Masse hat Kali dieselbe Bedeutung, wie Natron für die Continentalthierwelt.

Ob Lithion von den Pflanzen aufgenommen wird, ist unbestimmt.

Kroker analysirte Drainwasser. Die damit fortgeführten festen Bestandtheile betrugen zwischen 2—4 pro Mille, was nicht ganz unerheblich ist, wenn auch das Kali mehr zurückgehalten wurde. Bei größeren Mengen fand sich auch Phosphorsäure.

Nach Boussingaults Analysen enthielt übrigens das Drainwasser nicht mehr Ammoniak, als gewöhnliches Brunnenwasser.

Eine noch wenig erforschte Rolle in der Lösung und Zersetzung spielen die Pflanzen selbst, indem sie Ablagerungen z. B. von Sintern (Ludwig und Theobald) veranlassen, da ohne sie (Conferven in Soolenleitungen) eine solche nicht statt fand. Die großen Lager amorphen Sinters in mehreren Mooren Bayerns (Alm), viele Süßwasserkalke und Mergel stehen damit in Beziehung. Das Verhalten der Esparsettwurzeln und vieler andern Leguminosen deutet auch auf ähnliche Wirkungen von Landpflanzen hin.

Soweit von den schwerer löslichen, aber in den Pflanzen überall vorkommenden Grundlagen und Verbindungen, von den leichtlöslichen als nicht zum Boden direkt gehörigen wird in der Lehre von der Pflanzennahrung weiter die Rede seyn.

§. 51.

Schluß.

Einen Schluß heben wir vor Allem hervor. Absolute Unlöslichkeit der im Mineralreiche am meisten verbreiteten Substanzen, der Oxyde und Salze existirt nicht, und selbst geübte Chemiker erklären Salze, von denen 1 Theil in 70,000 Theilen Wasser löslich ist, für Pflanzennahrung. Wenn von der Lösung pflanzennährender Stoffe im Boden Alles bei der Ernährung der Pflanzen abhängt, so ist offenbar die künstliche Förderung der Lösung von im Boden überall vorhandenen Mineralstoffen und Verwitterungsprodukten

eine landwirthschaftliche Aufgabe. Es kommt darauf an, nicht bloß lösliche Nährstoffe künstlich zuzuführen, sondern zunächst die schon vorhandenen in brauchbaren und löslichen Zustand zu versetzen. Wer Phosphoritsteine in Fülle auf seinem Acker hat, handelt klüger, von diesem auf wohlfeile Weise das Nöthige löslich zu machen, als Knochenpulver zu kaufen.

§. 52.

Hülfsmittel zur Lösung.

Die Natur bedient sich wohl der Kohlensäure als lösenden Hülfsmittels, der Landwirth brennt die Erde manchmal und schließt auf, er setzt Kalk und Asche, ätzende Alkalien zu, selbst Schwefelsäure sehr verdünnt, wird empfohlen, Salze dazu in großer Menge, alles das ist aber bis jetzt verschwindend gering gegen das allein großartig angewandte Lösungsmittel, welches die Kunst des Landwirthes den Mineralsubstanzen des Bodens zumischt, gegen den Stalldünger.

Wie er im Einzelnen wirke, ward theoretisch zu erforschen begonnen, aber viel zu sehr von den natürlichen Bedingungen seiner Wirsamkeit entfernt.

In der geringen Menge einer gewöhnlichen Düngung (250 Ctr. pr. 40,000 Quadratfuß) angewandt, entzieht sich seine Wirkung der gewöhnlichen chemischen Analyse.

Aber halbverrotteten Stallmist (Rindermist mit Stroh) zur Hälfte mit irgend einer Bodenart gemischt und den atmosphärischen Einflüssen ein Jahr lang in mäßiger Schichte ausgesetzt, und das davon abfließende Wasser analysirt, könnte doch vergleichsweise zeigen, welche lösende Kraft der Stallmist übt. (Siehe unten.)

§. 53.

Organische Materien im Boden als Lösungsmittel.

Es ist jedem Chemiker bekannt, daß man bei Wasserauszügen fruchtbarer Bodenarten eine viel größere Menge gelöster Mineralsubstanzen in denselben findet, als nach bekannten Erfahrungen in dem verwendeten Quantum Wasser könnten für sich gelöst werden. Man hat als Ursache dieser Erscheinungen das Vorhandenseyn nicht bloß der Zersetzungssäuren des Humus im Allgemeinen, sondern auch

von Dextrin oder Zucker angenommen und sich auf Saussure berufen, der schon dessen erwähnt. Risler und Verdeil sprachen neuerlich wiederholt davon.

Es ist in der That eine solche Annahme à priori sehr wahrscheinlich. Blätter z. B., welche humificirt werden, beginnen im feineren Gewebe, im Zellinhalte vorerst braun zu werden. Unter den Inkrustationsstoffen derselben ist Gummi und Zucker, verschieden je nach Art und Alter. Beide werden nicht so bald zersetzt, daß sie nicht nach geraumer Zeit noch nachweisbar seyn sollten. Die für gewöhnlich als Humifikationsgrundlage angesehene Cellulose (Holzfaser) kommt erst in secundärer Reihe daran.

Wir stellten mit im Herbst abgefallenen und der Humifikation unterliegendem Eschenlaub einige Untersuchungen an. Zehn Pfund dieses feuchten, schwarzbraunen, aber noch Zusammenhang zeigenden Laubes wurden mit Wasser gekocht, der starkbraune Humusextrakt eingedickt und weiter untersucht. Der Extrakt reagirte schwach alkalisch und verbreitete bis zum Festen eingedickt einen angenehmen Geruch, dem der Brodkrustebildung beim Brodbacken ähnlich. Mit Wasser wiederholt gekocht und filtrirt, fällte absoluter Alkohol aus dem Filtrat flockige helle Massen, die sich von einer trüberen, dunkleren Schichte von Huminsubstanz etwas trennen ließen. Sie verhielten sich dem Dextringummi sehr ähnlich, waren aber offenbar eine Uebergangsbildung.

Sie konnten von Huminstoffen, die sich begreiflich ganz ähnlich verhielten, nicht ganz getrennt werden.

Ein Theil des in Wasser wieder gelösten Extraktes gab zwar mit der Pettenkofer'schen Zuckerprobe die bekannte kirschrothe Farbe, zeigte aber nach der Trommer'schen Methode geprüft kein Resultat. Der eingedickte mit Weingeist extrahirte und eingeengte Extrakt, wiederholt nach der Trommer'schen Zuckerprobe behandelt, gab keine Spur. Es waren also dort Proteinstoffe, welche die Reaktion gaben. Wenn organische Substanzen auf unorganische lösend wirken sollen, so ist dieß überhaupt schwer von Dextrin und Zucker zu begreifen. Viel eher von Humaten im weiteren Sinne.

Gewöhnliche Gartenerde (50 Gramme) ward mit 100 Cubikcent. destillirtem Wasser übergossen und bei einer Mitteltemperatur von 12⁰ R. sich selbst 10 Tage lang überlassen. Lösung A.

Dasselbe geschah mit derselben Gartenerde, nur waren 5 Cubikcent. Aetzammoniakflüssigkeit zugesetzt (spec. Gewicht leider unbestimmt). Lösung B.

Nach 10 Tagen ward wiederholt ausgewaschen und filtrirt.

A. ohne Ammoniakzusatz zeigte feste Bestandtheile in der Lösung = 0,035 Mgr.; B. mit Ammoniakzusatz = 0,215 Mgr.; also mehr als das Sechsfache.

Der größte Theil des in Lösung Gekommenen war offenbar humose Substanz, sogenannter Humusextrakt, d. h. vermodernde organische Stoffe in Lösung.

Nachdem dieselben geglüht waren, blieben nur 0,085 Mgr. Aschenbestandtheile zurück, immer noch das Doppelte von dem, was das destillirte Wasser allein gelöst hatte.

Daß der Gehalt der Tagwässer an Alkalien eine Ursache für rasch fortschreitende Verwitterung der Gesteine ist, ward auch von Delesse neuerlich mit Versuchen gezeigt.

§. 54.

Bodenanalyse.

Hier wäre der Ort, noch von der chemischen Analyse zu sprechen, welche in dem Nachweise aller in Luft, Wasser und Boden befindlichen und gelösten Stoffe, sofern sie Nährstoffe der Pflanzen sind, ihre letzte Aufgabe hat.

Man ist in der Mehrzahl der Ansicht, daß die Art und Weise der seitherigen Behandlung der Bodenanalyse keinen für die unmittelbare Brauchbarkeit beim praktischen, landwirthschaftlichen Betriebe sprechenden Erfolg gehabt habe. Indessen waren aber diese außerordentlichen Arbeiten doch nothwendig, um eben zur Behauptung zu kommen, was nöthig ist. Nöthig ist die Kenntniß der wichtigsten Bodenbestandtheile, die in nächster Zeit oder sogleich in Lösung kommen, d. h. den Pflanzen zur Ernährung dienen können. Das Weitere ist deßwegen nicht unnöthig, aber mehr Sache der Wissenschaft an sich und für die Praxis von untergeordnetem Werthe. Der Raum unserer Schrift gestattet keine Auseinandersetzung der Methoden chemischer Bodenanalysen, aber von der landwirthschaftlichen Bedeutung eines richtigen Wasserauszuges, der eben das zunächst dem Landwirthe nöthigen Aufschluß Gebende enthält, muß als Erbestück so vieler

gründlichen und mühevoll durchgeführten Arbeiten, die Pflanzenasche-analyse dazu genommen, besonders gehandelt werden.

Unsicherheit in Gewinnung eines entsprechenden Durchschnitts-materials macht mißtrauisch. Behandlung mit destillirtem Wasser, Reiben oder gar Kochen 2c. sind dem Naturvorgange wenig adäquate Proceduren. Die Natur löst mit Meteorwasser (Regen, Schnee, Thau), das reich an Gasen, oft selbst an kohlensaurem Ammoniak ist, die Natur gibt dazu sehr abweichende Temperaturen in nicht minder wechselnden Zeiträumen. Unsere Analysen des Wasseraus-zuges können kaum ernsthaft Anspruch auf praktische Bedeutung machen, jene des Säurenauszuges begreiflich noch weniger. Man kam neuer-lich auf den Gedanken, die Pflanze selbst als das Resultat einer chemischen Analyse anzusehen und aus ihrem Gedeihen allein schon auf das Vorhandenseyn gewisser Bodenbestandtheile zu schließen. In der That, wenn eine Pflanze nur gedeihen kann, falls sie eine ge-wisse Reihe von unorganischen und organischen Verbindungen in lös-licher Form im Boden findet, wenn sie diese Verbindungen in con-stanten Verhältnissen je nach ihrer Entwicklungsperiode enthält, so muß das Mißrathen einer Pflanze das Fehlen irgend eines wesent-lichen Bestandtheiles und die Unmöglichkeit der Substitution in diesem Falle obendrein beweisen. Wenn in demselben Boden die Pflanze aber gedeiht, wenn ihr z. B. nur Phosphorsäure mit Ausschluß aller übrigen Aschenbestandtheile, oder nur Kali mit Ausschluß aller übrigen gereicht wird, so ist klar, daß diese Stoffe in dem gegebenen Falle dem Boden gefehlt haben und man hat durch die Kulturversuche eine qualitative Analyse freilich sehr primitiver Art gewonnen, aber diese Analyse ist Jedermann zu machen im Stande.

Ohne in die Werthschätzung dieses Vorgehens mich weiter ein-zulassen, will ich nur bemerken, daß hiedurch nach der Voraussetzung gehandelt wird, daß eben nur der Mangel dieser oder jener Substanz das Mißrathen bedingt habe, nicht ein anderer. Jedenfalls stehen aber der Voraussetzung viele Beweismittel zu Gebote. Sie können aber erst vollwichtig seyn, wenn man zur Zahl der bekannten Kultur- und wildwachsenden Pflanzenarten und deren Varietäten im Ver-hältniß stehende Analysen gemacht haben wird, wenn man dieselben zugleich nach der Verschiedenheit der Kultur (Düngung und Bearbei-tung vor Allem), dann nach der geographischen Lage oder dem Klima

wird vervielfältigt haben. In diesen Beziehungen sind aber unsere cinerischen Bestrebungen noch in der Kindheit.

Wir haben dagegen seit einem Jahre ein anderes Mittel in Gebrauch gezogen, welches wir den Fachgenossen zur Discussion vorlegen wollen. Wir suchen die Lösung der Ackerbestandtheile in eigenen Gefäßen, welche den bekannten Regenmessern nachgebildet sind, und eigentlich unterirdische Regenmesser heißen können.

§. 55.

Lösungsmesser.

Ein glasirtes Gefäß, einen Fuß im Quadrat oben haltend und 18 Zoll tief, mit einem Doppelboden 6 Zoll unter der Oberfläche versehen, wird bis zum Doppelboden mit der zu untersuchenden Erde an Ort und Stelle gefüllt und in den Boden eingegraben.[1]

Alle Meteorwasser, welche auf diesen Quadratfuß Oberfläche fallen, verdunsten entweder oder sickern durch und sammeln sich am Boden des Gefäßes. Ich erhielt so vom 3. Januar bis 3. April von einem Quadratzoll Oberfläche, bei jedoch 12 Zoll Tiefe, an 202 Cubikcent. Wasser.

Das Gefäß hat Henkel zum leichteren Ausheben und an der Seite eine aufwärts gebogene Röhre mit verkorkter Oeffnung. Beim Entleeren wird der Kork entfernt und durch Neigen auf die Seite das völlige Ausfließen bewirkt.

Wird nun alle Vierteljahre, oder je nach der Regenmenge in den betreffenden Jahreszeiten, auch in Halbjahren, das Wasser gesammelt und verdunstet, so wird man nach Jahresfrist als Resultat Material zu einer Analyse haben, welche bekannt gibt, wie viele Stoffe durch das Meteorwasser binnen Jahresfrist wirklich in Lösung kamen. Freilich sagt sie nicht, wie viele zurückgehalten wurden, obgleich sie gelöst waren. Wenn die Oberfläche mit Pflanzen bewachsen ist, so gesellt sich zum Resultat des Lösungsmessers noch das der Pflanzenaschenanalyse. Beide können manchmal sich controliren.

Gesetzt man habe eine Quelle, deren Temperatur der Durch-

[1] Diesem Instrumente ist Daltons Regenmesser, 3 Fuß tief mit Erde gefüllt und mit Abzugsröhre am Boden versehen, am nächsten stehend. Aber der letztere läßt nicht die im Bereich der Wurzeln der Kulturpflanzen stattfindenden Lösungsvorgänge so gut beobachten, wie der unsrige, abgesehen von andern Mängeln.

schnittstemperatur des Ortes, wo sie fließt, gleich ist — und bekanntlich sind diese nicht selten — so müßte ein Lösungsmesser, Lysimeter, in der bezeichneten Weise mit vegetationsloser Krume gefüllt und bis an den Rand vorsichtig in dieses Wasser gestellt und mit dem auf einen Monat treffenden Durchschnittsquantum normal seine Gase enthaltenden Regenwassers in passenden Interstitien übergossen, in der Lösung ein Produkt zu liefern im Stande seyn, welches mit 12 multiplicirt, schon im Voraus anzugeben im Stande wäre, was in den nächsten Monaten des Jahres zur Lösung kommen wird.

Das Ergebniß dieser Analyse und, falls der Boden mit Vegetabilien besetzt war, das der Pflanzenasche müßte entscheiden:

a) ob hinreichend Mineralstoffe für irgend eine beliebte Vegetation löslich wurden,

b) ob nicht viele im Ueberschuß löslich wurden;

c) in welcher Jahreszeit der Lösungsproceß sein Maximum und Minimum erreicht; endlich

d) können dadurch die lösenden Hülfsmittel durch vergleichende Experimente genau geprüft werden. Was löslich wird, aber vom Boden zurückgehalten bleibt, hat keine Bedeutung, *sofern es nicht in der Pflanzenasche erscheint.*

In den oben erwähnten 202 Cubikcent. Lösungswasser, das zwar ohne Reaktion aber stark gelbbraun gefärbt war, zeigte die Untersuchung 506 Mgr. feste Bestandtheile. Diese enthielten in 100 Theilen *wägbar* Huminsubstanz, Kalkerde, Eisenoxyd, Kali, Natron und Kohlensäure.

Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure und Kieselerde zeigten sich qualitativ an und wir zweifeln keinen Augenblick, daß bei Sammlung des Wasserrückstandes von einem halben oder ganzen Jahre eine ganz vollkommene quantitave Analyse wird angestellt werden können. Nimmt man dazu nur die *wesentlichen* Aschenbestandtheile heraus, so mag eine solche Untersuchung des Wasserauszuges auch in der gebildeten Praxis Eingang finden.

Unsere weiteren Lysimeterproben ergaben auch als interessante Resultate, daß bei wasserdurchlassenden Bodenarten, bei schwachen, wenn auch lange anhaltenden Regen, das Wasser durch die einen Fuß hohe Bodenschichte zugleich so stark und rasch wieder verdampft, daß oft nichts oder nur wenig unter dem Doppelboden sich ansammelt.

Da jedoch der nächste starke Regen dennoch wirkt, so sammeln sich doch die gelösten Stoffe im Lysimeter, nur mehr concentrirt, in weniger Wasser. Das eingedrungene Wasser verdampft auch durch die porösen oberen Schichten. Anders jedoch bei gedüngten und noch mehr bei ungedüngten Lehm-, Mergel-, Thon-, Kalkschlamm-, kurz bei Schlammböden überhaupt. Hier füllt sich der Lysimeter so rasch und anhaltend, daß man recht gut begreift, wie diese Bodenarten im Großen die Regenfasser und Bewahrer, die unerschöpflichen Vorrathskammern der Quellen sind.

Wenn indessen jene starke Verdunstung des Lösungsmittels — des Wassers — aus den lockeren, sonst oft sehr fruchtbaren, oberen Bodenschichten, der Krume, nicht statt fände, so müßten diese lockeren Böden noch viel rascher verarmen, als dieß schon der Fall ist, da größere Regen alles Lösliche rasch in den Untergrund weg- und den Grundwassern zuführen würden.

Ein Versuch in zwei Lysimetern mit frisch gedüngten Boden, den einen mit Guano versetzt, den andern ohne denselben der Atmosphäre und der Vegetation ausgesetzt, gab nach drei Monaten (mit Weizen bestockt, vom 13. April bis 13. Juni) das Resultat, daß der mit Guanozusatz behandelte Boden reicher Huminstoffe entließ, jedoch nicht in der sonst gefürchteten Größe. Ein übler Zwischenfall hinderte die quantitative Bestimmung. Auch das sonst häufige Phänomen kam vor, daß die Wurzeln des Weizens, der Feuchtigkeit unter dem Doppelboden ohne Hemmniß leicht folgend, sich bis 1½ Fuß (bis zum Boden) verlängerten, sich sehr verzweigten und zahllose Fibrillen in der Guanodüngerlösung bildeten. Da jedoch der Weizen hier wie nebenan, wo er nur 4 Zoll tiefe Wurzeln geschlagen hatte, in jeder Beziehung gleich stand, so neigen wir zur Behauptung, daß eine solche großartige Wurzelentwicklung, wie man sie auch durch Tieferpflügen neuerlich zu erzielen empfiehlt, für die Cerealien abnorm und ohne allen Nutzen ist. Es entstehen hier Wurzeln mit gleichsam gesonderter Stoffbildung oder separirter Funktion, sie sind sich Selbstzweck geworden. Eine größere Reihe von Versuchen zur Ermittlung der Löslichkeitsverhältnisse mittelst der Lysimeter soll später hoffentlich Resultate geben.

Wir schalten hier das erste Ergebniß solcher Lysimeterproben ein, da wir einige Resultate daraus schon jetzt für wichtig halten.

Sechs Lysimeter von der beschriebenen Gestalt, einen Pariser Quadratfuß Oberfläche und 18 Pariser Zoll Tiefe haltend, wurden 6 Zoll tief auf dem durchlöcherten Doppelboden mit Erde in folgender Weise gefüllt und zwar am 15. Novbr. 1855:

Nr. I. mit gewöhnlicher Erde des Isaralluvium, ungedüngt seit Menschengedenken, Kalkboden, dessen Analyse oben gegeben wurde.

Nr. II. derselbe Boden mit frischen Kuherkrementen in der Art gedüngt, daß 300 Ctr. pr. bayer. Tagwerke (40,000 Quadratfuß) entfallen und zwar unter Guanozusatz, 3 Ctr. pr. Tagw. gerechnet und wohl gemengt.

Nr. III. derselbe Boden mit frischen Kuherkrementen in der Art gemengt, daß 600 Ctr. sich pr. bayer. Tagw. berechnen.

Nr. IV. Thonboden (siehe Analyse oben, sub Thon von Bogenhausen), ohne alle Düngung (aus 5 Fuß Tiefe genommen).

Nr. V. derselbe mit Salmiak, 156 Pfd. auf 1 bayer. Tagwerk berechnet.

Nr. VI. derselbe mit halbverrottetem Stallmist (Kuhmist) zu 300 Ctr. pr. Tagw. und Salmiak zu 1 Ctr. pr. Tagw. berechnet.

Alle Lysimeter blieben von jeglicher Vegetation sorgfältig befreit.

Es sollte vorerst gezeigt werden: wie viel Meteorwasser zieht im Winterhalbjahre in der Umgegend bei leichtem und bei schwerem, gedüngtem und ungedüngtem Boden in den Untergrund? wie viel im ganzen Jahre?

Was ist in beiden Jahreshälften in diesem Wasser gelöst, wenn die Krume zuletzt noch besonders ausgelaugt wird?

Im zweiten Jahre soll der Einfluß der Vegetation auf dieselben Böden und Düngerstoffe gezeigt werden, was ihre eigene Asche und jene des festen Rückstandes als die Summe des in der bestimmten Periode löslich Gewordenen beträgt.

Vorerst wurden am 16. Mai 1856, also nach dem Winterhalbjahre, die Lysimeter gehoben, der flüssige Inhalt sorgfältig entfernt, gemessen, decantirt, filtrirt, eingeengt und dann abgedampft. Die Analyse der Rückstände geschah nach folgender Methode.

Die bei 100^0 getrockneten Rückstände wurden gewogen, dann in Platintiegel gebracht und unter allmähliger Verstärkung geglüht. Die Differenz des Gewichtes ward nun der organischen Substanz, Ammoniak und Salpetersäure zugeschrieben. Erstere und letzte waren

reichlich, Ammoniak kaum merklich vertreten. Sie wurden alle drei nur qualitativ gesucht.

Der geglühte Rückstand wurde in zwei Theile getheilt, ein Drittheil ward in Salpetersäure gelöst zur Bestimmung von Chlor und Schwefelsäure auf die bekannte Weise benützt. Die übrigen zwei Drittheile wurden mit Salzsäure digerirt und gekocht, abfiltrirt, der Rückstand als Kieselerde und Kohle angesetzt, das Filtrat aber in zwei Theile getheilt, von denen der eine durch Fällung mit Barytерdelösung und dann besonders mit kohlensaurem Ammoniak zur Entfernung des Barytüberschusses auf Alkalien behandelt wurde, indem man die geschmolzenen Chloralkalien wiederholt löste und glühte und zuletzt mit Platinchlorid behandelte. Aus dem anderen Theile wurde durch Ammoniak Eisenoxyd, Thonerde und Phosphorsäure gefällt, letztere dann separat bestimmt, aus dem Filtrat vor der Fällung mit Ammoniak wurde durch oxalsaures Kali der Kalk, durch phosphorsaures Natron unter Ammoniakzusatz der Talk bestimmt. Der oxalsaure Kalk wurde geglüht bis zur Bildung von kohlensaurem Kalk, dabei freilich einige Bildung von Aetzkalk schwer ganz zu verhüten ist.

Folgende Tabelle gibt Uebersicht über die Resultate des Winterhalbjahres.

Nr.	Quantität des Wassers.	Feste Substanz darin.	Organische Substanz, Salpetersäure, Ammoniak.	Asche.	Unlösliches.	Chlor.	Schwefelsäure.	Phosphorsäure.	Eisenoxyd und Thonerde.	Kalk.	Talk.	Kali.	Natron.	Summa.	Bemerkungen.
	Cub. C.	Gr.	Proc.	Proc											
I.	1,980	2,213	0,925	1,288	0,259	0,026	0,017	0,100		0,696	0,108	0,052	0,024	1,282	Enthält 0,202 Fett
II.	2,448	5,394	1,610	3,784	0,630	0,456	0,671	0,148	0,512	1,460	0,410	0,244	0,257	3,788	
III.	4,356	NB. ward verschüttet.													
IV.	0,996	0,794	0,386	0,408	der Rest v. 0,162			0,050		0,022	0,040	0,050 Chloralkalien.		0,162	Die Kohlensäure ward nicht bestimmt! Es ist das vom Thon ablaufende Wasser niemals ganz rein zu filtriren; im festen Rückstand ist daher immer viel Ungelöstes.
V.	2,085	3,451	1,237	2,214	0,170	0,149	0,204	0,039	0,330	0,736	0,332	0,075	0,174	2,209	Mit 0,081 Fett. Die Nr. II. IV. und VI. wurden nicht auf Fett geprüft.
VI.	3,567	11,084	4,804	6,280	0,863	0,814	0,475	0,068	1,151	1,435	0,372	0,091	0,844	6,153	

Daraus lassen sich folgende Schlüsse ableiten:

1) Nach dem Quantum der festen Bestandtheile im Wasser stellt sich die Reihung fest:

Nr.	VI.	mit 11,084
„	II.	„ 5,393
„	V.	„ 3,451
„	I.	„ 2,213
„	IV.	„ 0,794

Es ward also im Kalkboden circa dreimal mehr gelöst als im Thonboden, ohne jegliche Düngung und Vegetation.

2) Den festen Rückstand auf Procente des Wassers zurückgeführt, stellt sich dieselbe Reihung fest:

1)	Nr.	VI.	0,310	in 100 Cubikcent.
2)	„	II.	0,220	„ „ „
3)	„	V.	0,165	„ „ „
4)	„	I.	0,111	„ „ „
5)	„	IV.	0,079	„ „ „

3) Wird der Morgen zu 40,000 Quadratfuß angenommen (z. B. bayerischer Morgen), so wurden darauf im Wintersemester allein löslich:

nach Nr.	I.	158	Pfd.
„ „	II.	385	„
„ „	IV.	56	„
„ „	V.	246	„
„ „	VI.	791	„

Das ist selbst für das entschieden ganz unfruchtbare Nr. IV. noch hinreichend, um die nöthigen Aschenbestandtheile einer Ernte der Masse nach zu erklären, Stickstoff und Phosphorsäure bei Nr. I. und IV. (den ungedüngten) ausgenommen.

4) Die mit organischen Dungstoffen (Kuhmist, frischem und verrottetem) gedüngten Theile ließen alles Meteorwasser rasch durchdringen, so daß es aus der oberen Erdschichte nicht wieder verdunsten konnte; dieß um so weniger, als diese Versuche auf den Winter, also die deprimirten Temperaturen trafen. Daher die größte Wassermenge in den Lysimetern Nr. III. und VI. Zunächst steht Salmiakdüngung ohne Zugabe organischer Düngung.

5) Die mit Guano und Salmiak neben organischem Dünger

versetzten Theile (Nr. II. und VI.) gaben am meisten feste Bestandtheile, von humosen Stoffen herrührend; sie waren allein nur braun gefärbt. Es hatten diese stickstoffreichen Dünger (Ammoniaksalze) am meisten die Humifikationsstoffe zur Lösung gebracht. Sie waren gleichsam in den Untergrund entwichen.

6) Der Thon gibt am wenigsten Gelöstes ab, er ist unter den pulverigen Massen die an löslichen Salzen ärmste Bodenart (wenn glimmerreich und rein von organischen Beimischungen). Es ist indessen unmöglich, von Thon abfließendes Wasser durch Filtration ganz rein zu bekommen. Auch sonst zeigt sich dieß bei Wasserauszügen.

7) Alle diese Wasser, vorzüglich auch Nr. I. und V. entfärbten, wenn stark eingeengt, schwefelsaure Indigolösung in der Siedhitze, ihr Rückstand zischte verpuffend beim Glühen, er war reich an Salpeter.

8) Es ist klar, daß

a) durch das vom Untergrund durch Capillaritätsanziehung aufsteigende Wasser,

b) durch das im Boden alljährlich durch Verwitterung löslich Werdende, endlich

c) durch das Meteorwasser selbst

jedem Boden Mineralsubstanzen in der Regel zum natürlichen Gedeihen der ihm klimatisch zugetheilten Vegetation im Ueberfluß gereicht worden. Die Luft gibt das Uebrige. Auch die künstliche Vegetation hat von dem ersteren in der Regel genug. Eine Ausnahme bilden häufig die Phosphorsäure und die Nitrate, viel seltener die Alkalien, am seltensten wohl die Erden, Chlor, Schwefelsäure und Eisen. Die Ausdrücke: Kali-, Kiesel- und Kalkpflanzen haben keine besondere Bedeutung in Bezug auf die agronomischen Bedingungen ihres Gedeihens.

9) Es ist gewiß, daß die Bodenbeschaffenheit im Allgemeinen und ihr Kulturzustand insbesondere von großem Einfluß auf das Steigen und Fallen der Grundwasser ist, auf die Ebbe und Fluth dieser immer im Contact mit dem Boden und seinen organischen Reste stehenden und wirkenden Schichten (Pettenkofers Ansicht von der Bildung doleterer Stoffe). Vergleiche den Anhang am Schluß dieses Bandes.

IV. Anhang.

§. 56.

Die Brache.

Wir haben oben gesagt, daß die Lehre vom Löslichmachen nährender Pflanzenstoffe, welche der Boden schon für sich und hinreichend für viele Vegetationen enthält, eine besondere Zukunft habe. Es ist undenkbar, wie jemals der Ackerboden erschöpft werden könne, wenn Schätze des Untergrundes und der Krume selbst jeder Zeit in lösliche Form gebracht werden können.

Die Landwirthschaft wendet seit uralter Zeit ein der Natur nachgeahmtes Mittel hiezu an, es ist die Brache. Der Landwirth lockert den Boden wiederholt, wendet ihn um und krümelt ihn, er vertheilt ihn auf mechanischem Wege, um sowohl die Hindernisse besserer Verwitterung und Verwesung zu entfernen, als die Bedingungen zu deren Mehrung zu geben. Die Brache mehrt die Aufschließung der Mineralsubstanzen des Bodens und die Vermoderung der organischen Stoffe desselben, indem sie der Luft mit ihrem Allzehrer, dem Sauerstoff, der Alles angreifenden Kohlensäure, dem Universallösungsmittel, dem Wasser, mit und ohne Ammoniak, endlich den Extremen der Witterung, der Wärme und Kälte, wie den Trockenheitsgraden leichteren Zutritt verschafft. Die Brache soll ferner den durch Luft, Wasser und organische Substanzen dem Boden zugeführten Stickstoff in für die Pflanzen assimilirbare Verbindungen bringen, ja sogar allein dadurch wirksam seyn. Da man diese Einflüsse auch bei Anbau des gebrachten Feldes erzielen kann, so ist leere Brache zu halten nicht absolut nothwendig und in gutgeordneten Wirthschaften ohne Ausnahmszustände in der Regel verwerflich. Da indessen die in der Brache gebauten Pflanzen viele eben löslich gemachte Nährstoffe selbst verbrauchen, eine so völlige Wendung, Lockerung und Unkrautvertilgung aber unter pflanzenbedeckter Fläche, so wie bei leerem Felde, doch nicht möglich ist, so ist die große Wirksamkeit des leeren Brachehaltens leicht zu erklären.

Ein schlechtes Brachen, Lockerung oder Umbruch für nur kurze Zeit bei ständig nasser Witterung ohne Unkrautvertilgung mit schlechter Wendung, ist begreiflich gleichfalls möglich, aber wenig wirksam.

Daß die Brache ebenfalls Vieles an den physikalischen Eigenschaften des Bodens zu bessern vermag, am Zusammenhang desselben, der wärme- und wasserhaltenden Kraft, der Fähigkeit, Gase zu absorbiren, liegt im Klaren, ja gerade die Verleihung rechter Wirksamkeit jener ist die nächste Ursache der gesteigerten Verwitterung und Verwesung.

§. 57.

Die Dolenentwässerung (Drainage).

Das Wasser befindet sich im Boden entweder im dunstförmigen Zustande, oder auf dem Wege der Durchsickerung als neu zugekommenes Meteorwasser, oder endlich als Grundwasser, d. h. bereits gesammeltes Meteorwasser mit verschiedenen Zuflußquellen.

Es wirkt lösend und chemische Verbindungen, also auch Zersetzungen fördernd, es ist das vorzüglichste Mittel, Nährstoffe in die Pflanzenwurzeln zu bringen; es wirkt ferner die physikalischen Eigenschaften der Cohäsion und Adhäsion, der Erwärmung, der Gasabsorption rc. ändernd. Ein rechtes Maß desselben ist Grundbedingung aller Vegetation, wenn es am Ende auch nur dunstförmig gegeben ist, ein Uebermaß schadet eben so sehr, als völliger Mangel. Das rechte Maß bestimmt sich aber für die jeweilige Vegetation eines Landes je nach seinem Klima verschieden; denn die Vegetation desselben ist ja der nächste Ausdruck seines physikalischen Klima. Pflanzen aus andern Klimaten stammend, aus wärmeren und bezüglich der Vertheilung des Meteorwassers an ihre Vegetation von unserem Lande verschiedenen Gegenden, wie die meisten und edelsten unserer Kulturpflanzen, werden durch Wasserüberschuß bei uns oft sehr in ihrem Gedeihen gestört. Seltener stört Wassermangel.

Abgesehen von der Entwässerung von See'n, Sümpfen und Mooren, was hier ohne Erörterung bleibt, hat doch die bessere Zutheilung der Meteorwasser für die der Vegetation überwiesenen Schichten durch die unterirdische Entwässerung, bald mit Steinschichten, bald mit Faschinen, Hohlziegeln rc., endlich mit gebrannten Röhren (Drainage) große Fortschritte gemacht. Auch gebrannte Thonkugeln werden neuerlich empfohlen.

Die Ursachen ihrer Vortheile liegen zunächst in der Entfernung eines die Erwärmung des Bodens stark hemmenden Körpers (des

Wassers), das Wasser entzieht dem vorher erwärmten Boden und der Luft Wärme, um verdunsten zu können, es macht ihn schon dadurch kälter und die Verdunstungskälte aller Moore und sehr nasser Landstriche ist bekannt. Das Wasser erwärmt sich selbst langsam und ist einer der schlechtesten Wärmeleiter, es theilt seine von oben durch die Sonne erhaltene Wärme den unteren von ihm durchdrungenen Bodenschichten fast gar nicht mit. Auf solchen Flächen sind Reife und Nachtfröste heftiger wirkend, als anderwärts.

Das bereits erkältete Grundwasser steigt aber, wenn es nahe der Ackerkrume ist, durch Capillarität auf, wenn auch nicht immer durch Druck von anderwärts bei neuem Zuflusse. Dieses aufsteigende Grundwasser ist aber in der Regel viel kälter als die Ackerkrume in der Vegetationszeit (nicht aber im Winter, in vegetationsloser Zeit).

Nicht minder fördernd für Bereitung von Pflanzennährstoffen und die Vegetation selbst ist die Anwesenheit atmosphärischer Luft im Boden. Anfüllung des letzteren mit Wasser schließt diese insoweit aus, als nicht schon Luft vom Wasser selbst absorbirt ist. Mangel an ungehemmter Lufteinwirkung stört den Gang der Verwesung organischer Körper so gut, wie jenen der Verwitterung unorganischer. Man denke an die Torfbildungen in den Mooren.

Durch die Entfernung des Wassers entstehen jene Räume im Boden, welche nunmehr von atmosphärischer Luft ausgefüllt, nicht bloß mehr Wärme hineintragen, sondern auch in der von uns oben schon angegebenen Weise thätig sind. Diese Wirkung ist jedoch nur vorübergehend und wird nach endlichem Zusammensetzen des Bodens nach der Bearbeitung nicht größer seyn als in jedem anderen, normalen Boden. Mittelst der Drainage eine immerwährende Cirkulation der Luft durch den Boden und damit ewig neue Befruchtung mittelst Zufuhr von Luftnahrung herstellen und damit selbst den unfruchtbarsten Boden fruchtbar machen zu wollen, wie man aussprach, ist gänzlich grundlos.

Ob durch Entziehung des Bodenwassers und Förderung der Durchsickerung, somit durch eine Art Auslaugung, leicht lösliche Pflanzennährstoffe in einer gegebenen Zeit mehr aus dem Boden, als im natürlichen Zustande, weggeführt werden, ist eine durch mehrere Analysen bereits nicht zu Ungunsten der Drainage (Nitrate ausgenommen) beantwortete Frage. Da überdieß Ammoniak von den

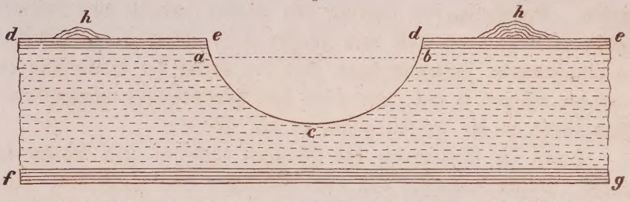
meisten Bodenarten laut Experiment sehr fest zurückgehalten wird, da auch eine stärkere Verwitterung die Folge der Entwässerung ist, so scheint hievon wenig zu fürchten zu seyn.

Für den technischen Theil der Dolenentwässerung ist die Kenntniß der Entstehung von Quellen, ihr Verhalten zum Grundwasser, die Bedeutung der wasserhaltenden und wasserdurchlassenden Schichten von hohem Werthe.

Bis ein Fluß sein mit Wasser durchlassendem Material ausgekleidetes Bett mit Wasser erfüllt hat, ehe sein Superfluum als Fluß weiter strömen konnte, läßt sich in der ersten Zeit eine ziemlich lange Periode denken, von der Entstehung der Flußthäler begreiflich vorerst abgesehen.

Indessen hat der Dolenmann es am seltensten wohl mit Grundwasser der Flüsse, häufiger mit den anderen Arten der Entstehung von Quellen zu thun. Geben wir ein Beispiel. (Fig. 6.)

Fig. 6.



ab der Wasserspiegel; acb das Flußbett; de die seichte Ackerkrume; fg Wassernichtdurchlassende Unterlage (Flinz, Tegel); h Thonhügel.

Alles Gerölle von de bis fg ist mit Wasser durchdrungen und die Brunnen müssen bis in dasselbe und zwar unter das Niveau des Flusses abgeteuft werden, wenn sie Wasser geben sollen. Aber der Spiegel solcher unterirdischer Wassersammlungen (nappes d'au) ist nicht wie der eines See's horizontal, sondern neigt in der Richtung des sich fortbewegenden Hauptgewässers, des etwaigen seitlichen Abflusses und der möglichen, noch anderweitigen das Niveau des Flusses überragenden Zuflüsse.

Quellen entstehen auch aus versinkenden Bächen und Flüssen. Je trockener die Jahreszeit ist, um so näher rückt der Ort des Versinkens nach den Ursprung des Flusses hin, je nasser sie ist, um so mehr entfernt er sich davon; darnach also wechselt auch der Quellenzufluß.

Oft finden sich in der Gesteinsbildung Löcher, aus welchen nur zur nassen Jahreszeit Wasser ausfließen kann, wenn nämlich der Spiegel der Grundwasser so hoch gestiegen ist, daß er jene erreicht. So entstehen periodische Quellen.

Hier ist's begreiflich leicht, durch Vergleich der springenden Quellen zur nassen Jahreszeit mit dem niedrigsten Wasserstande der Senkbrunnen in der trocknen Jahreszeit das Niveau der unterirdischen Wassersammlung zu finden.

Je mehr man ein Thal, in welchem periodische Quellen vorkommen, abwärts verfolgt, desto näher kommt man jenen Quellen, deren Ausfluß auch in der trockensten Jahreszeit noch unter dem Niveau der unterirdischen Wassersammlung liegt, d. h. man findet permanente Quellen.

Quellen rühren von hochgelegenen Seen, deren Unterlage zerklüftet ist, her, vom Schmelzen des Eises und Schnee's der Gletscher, wo sie denn auch oft nur periodisch sind, aber die für den Dolenmann interessantesten sind vor Allem die am Abhang der Gebirge aus Spalten oder auf wasserdichten Unterlagen ausfließenden Quellen.

Die Meteorwasser schlagen sich auf Gebirgen in viel größerer Masse in Thälern und Ebenen nieder (Condensation der aufsteigenden Dünste in den kälteren Höhen, Anziehen und Aufhalten der Wolken, Bewaldung). Diese Wasser fließen entweder oberflächlich ab, oder dringen bis auf wassernichtdurchlassende Schichten ein, sammeln sich hier und fließen nach der Neigung der wasserdichten Unterlage ab, als Quellen an Berghängen erscheinend. Eindringende Spalten alteriren oft viel. Der Widerstand der Erdbedeckung und die Form der Hänge und Thäler, vorzüglich aber das Streichen ihrer wasserdichten und wasserdurchlassenden Schichten ändern noch mehr im Hervorkommen der Quellen. Weil in der Nähe der Bäche und Flüsse das Niveau in der Regel am tiefsten ist, die Bedeckung wasserdichter Lagen oft fehlt, dagegen Sand und Gerölle vom Abschlemmen übrig blieb, so kommen hier meistens Quellen zum Vorschein. Klar ist, daß durch die Schichtenlage bewirkt werden kann, daß Quellen aus der Tiefe aufsteigen können. (Fig. 7.)

Fig. 7.

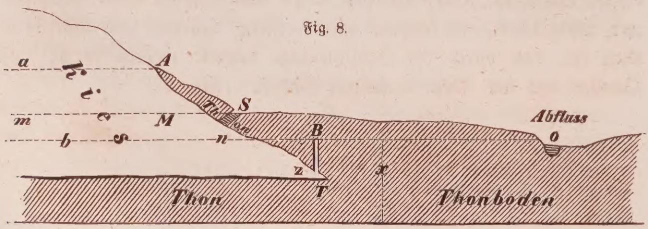


A sey der emporgehobene Berg, auf welchen das Meteorwasser fällt. Es dringt in die wasseraufnehmenden Schichten a b c ein und wird, wenn es nicht an Hängen abfließen kann, gespannt werden, d. h. die ganze Schichte erfüllen. Entsteht künstlich (artesischer Brunnen), oder natürlich bei d e eine Oeffnung, so bildet sich eine aufsteigende Quelle. Hätte die Schichte c einen unterirdischen Abfluß (Spalte B) und man wollte zuviel Wasser aus a, das ohne Abfluß ist, entfernen, so könnte man durch Bohren eines negativen, artesischen Brunnen bei f g helfen. Eine weitere Verdeutlichung gibt eine Annahme Elkingtons aus Kreutters Drainage, der wir das Folgende entnehmen.

„Hier ist ein Hügel mit wasserdurchlassendem Material (Kies 2c.) auf einer mehr horizontalen Schichte wasserhaltenden Grundes (z. B. Thon, Letten, Mergelschlamm 2c.) aufgelagert.

Elkington erkannte sogleich die Ursache dieser Erscheinung und gründete darauf sein System, das bis heute noch angewendet und von Josiah Parkes wesentlich verbessert wurde, wobei aber ausdrücklich bemerkt wird, daß sich dasselbe auf eine geologische Formation, wie sie gewöhnlich in England vorkömmt, bezieht, wo kleine Erhöhungen von Steinen, Kies, Kalk, Sand 2c. sich sehr häufig finden, die auf einer mehr horizontalen Schichte wasserhaltenden Thonbodens abgelagert sind, und wo der Fuß des Hügels (Fig. 8.)

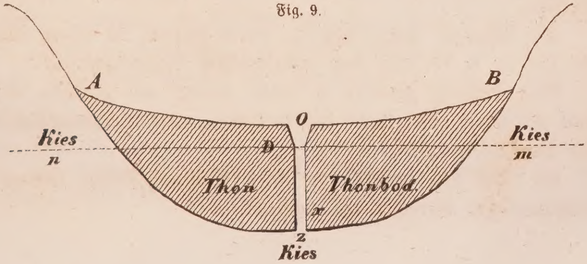
Fig. 8.



gewöhnlich noch mit solchem Thonboden überdeckt ist, welcher von A — Y geht, und einen natürlichen Damm bildet, und das Wasser im Kiesboden aufhält. In diesem Damme ist eine dünne Stelle S, wo das eingesperrte Wasser beständig ausfließt, eine Quelle, und über das Feld von S und O rinnt. Dadurch sinkt das im Kieshügel enthaltene Wasser bis auf die Linie m M. Wenn aber anhaltender Regen die Ausflußöffnung S unzureichend macht, so steigt das Wasser im Hügel und fließt bei A über, wodurch der bisher trockene Theil des Feldes A S ebenfalls durchnäßt wird. Elkington unternahm die Strecke von B bis O trocken zu legen und machte zu diesem Zwecke den Graben O B und in denselben das Bohrloch B z, wodurch er in den Fuß des Kieshügels gelangte. Das Wasser stieg nun durch seinen Druck durch dieses Bohrloch in die Höhe, floß durch den Graben B O in den Hauptabzugsgraben bei O, und der Wasserspiegel im Hügel senkte sich bis auf die Linie b B. In dieser Durchschnittszeichnung ist es nur möglich eine Quelle bei S zu zeigen, aber es finden sich an solchen Hügeln immer mehrere Quellen, welche die Felder durchnässen. Es ist klar, daß wenn der Wasserspiegel bis auf b B gesenkt ist, sowohl die Quelle S als alle andern aufhören zu fließen, welche oberhalb der Linie b B liegen, und das Feld von A bis O trocken ist. Wäre der Graben von B bis n verlängert worden, so hätte man denselben Zweck erreicht; allein es wäre viel kostspieliger gewesen, wegen des tiefern Einschnittes in den ansteigenden Hügel, das Bohrloch war wohlfeiler. Hätte man bei x ein Bohrloch gemacht so tief bis in den Mittelpunkt der Erde, so wäre das im Kieshügel enthaltene Wasser nicht abgeflossen, und die Arbeit ohne Erfolg geblieben, welcher von der glücklichen Auffindung des Punktes Z einzig und allein abhängt.

Eine andere, einfachere, aber sehr oft vorkommende Formation ist die hier (Fig. 9.) dargestellte, wo zwischen zwei Kieshügeln ein

Fig. 9.



muldenförmig geformter und angebauter Thonboden sich befindet, und unter welchem das Kieslager sich fortsetzt. Am obern Rande des Thonlagers fließen aus dem mit Wasser angefüllten Hügel Quellen bei A und B, und benetzen die Oberflächen von A bis O und B bis O. In der Mitte des Feldes ist ein Graben OD mit verhältnißmäßigem Ausflusse 4—5 Fuß tief und DZ ist ein Bohrloch. Das Wasser steigt nun von Z nach D und senkt sich in Folge des Abflusses durch den Graben auf die Linie nDm, und alle die Quellen, die über diesem Wasserspiegel liegen, hören auf zu fließen."

§. 58.

Schlüsse.

1) Die Aschenbestandtheile der Pflanzen sind, obgleich für das Leben derselben absolut nöthig, doch von sekundärer Bedeutung für die künstliche Pflanzenernährung.

2) In erster Reihe der Werthschätzung als nährend stehen Kohlensäure, Ammoniak, Wasser, Kali und Phosphor; in zweiter Reihe Schwefel, Natron, Kalk, Talk, Kieselsäure, Eisen, Mangan, Thonerde (Jod?).

3) Man nährt auch durch bessere Ausnutzung der Nährstoffe, durch Sparung mit denselben mittelst Förderung der allgemeinen Existenzbedingungen.

Bedeutung der physikalischen Eigenschaften.

4) Die Humusstoffe als auf der Gränze des Organischen zum Unorganischen bieten die beste Form für die Aufnahme der festen und selbst flüchtigen Pflanzennährstoffe. In ihnen sind in der Regel pflanzennährende Substanzen in rechter Qualität und Form vorhanden. Aber der Humus als solcher nährt nicht.

5) Es nährt endlich nur, alles Uebrige vorausgesetzt, was diffundirt.

Die Pflanzen finden also in jedem Boden, in jedem Wasser, auch überall in der Luft ihre erforderlichen Nahrungsmittel.

Aber dennoch gedeihen sie nicht überall mit gleichem Erfolg, wenn wir unter „Gedeihen" das verstehen, was die landwirthschaftliche Produktion will.

Es fragt sich, welche von ihren Nahrungsstoffen fördern ihr wirthschaftliches Gedeihen am meisten?

Die unorganischen Bestandtheile, absolut nothwendig, sind in der Regel in hinreichender Menge in allen Bodenarten vorhanden und ist ihr etwaiger Mangel von um so geringerem Werthe, als die Substituirung eintreten kann und die chemische Analyse nicht einmal jene Quantitäten nachweisen kann, die für das Pflanzenwachsthum schon erfahrungsgemäß wirksam sind.

Man fand kein Jod im Wasser, in dessen Wasserpflanzen man es nachwies. (Chatin).

An den Quellen, in deren Wasser man kein Eisen nachweisen konnte, lagert sich Eisenocker ab.

Der hunderttausendste Theil eines Ackerbodens kann als befruchtendes Element dienen (Guano), aber die chemische Analyse kann nicht mit einiger Sicherheit einen solchen Stoff als 0,00001 nachweisen.[1]

Dr. Fuchs in Wien fand in sehr fruchtbaren Bodenarten (aus der Hanna in Mähren) nur $^{79}/_{100}$ Eines Procentes Kalkerde (als Gyps); ein andermal nur $^{36}/_{100}$ Procente (?). Er hält mit Recht jeden Ackerboden für kalkhaltend und auch nur Bruchtheile eines Procentes vereinbar mit ausgezeichneter Fruchtbarkeit.

Die reformirte Lehre von den physikalischen Bodeneigenschaften verspricht das nächste Stadium des Fortschrittes zu eröffnen, nicht unter Verwerfung des bisher Gefundenen, sondern als weiterer Ausbau.

Wenn der scharfsinnige Verfasser der „Chemie in Anwendung auf Agrikultur und Physiologie" sagt, daß die Wirkung des Humus und der Stickstoffquellen (Ammoniak) im Boden nur auf einen „Gewinn an Zeit" sich reducire (S. 259 und 276), so heißt das nichts anderes, als sie sind Corrective des Klima.

Das Jahr ist am Nilalluvium nicht länger als unter dem fünfzigsten Grade nördlicher Breite. Aber das den Pflanzen dort zukommende Quantum von Wärme und Feuchtigkeit ist ein anderes. Wenn unseren Kulturpflanzen Zeit genug gelassen werden könnte, um dasselbe Quantum Wärme und Feuchtigkeit wie im Nillande zu

[1] Von den zur Fruchtbarkeit eines Bodens nothwendigen physikalischen Bedingungen, welche der Chemiker nicht mit in Rechnung bringt, rührt es her, daß die Kenntniß des Gehaltes an mineralischem Nahrungsstoffe einer Ackererde nur einen sehr bedingten Werth hat. Liebig l. c. p. 179.

verwenden, so würden sie keine Kohlensäure- und Ammoniakquellen, also keinen Dünger im Boden brauchen. Pflanzen, welche mit dem bei uns durchschnittlich gelieferten Quantum dieser Faktoren zufrieden sind, einheimische Pflanzen (Wiese und Wald) brauchen sie auch nicht zur reichen Entwickelung. Sie würden sich indessen mit ihnen, hier wie am Nil, noch besser entwickeln, d. h. noch mehr Kohlenhydrate und Proteinstoffe, nutzbare organische Substanzen mit Einem Worte liefern.

Aber Wärme und Wasser (Feuchtigkeit) für sich bilden keine Masse, sie nähren nicht immediat, sie nähren nur mittelbar. Und auch hiezu sie technisch zu benützen durch Mehrung oder Abänderung ist nicht leicht möglich, ihre Bedeutung also unerheblich. So lautet der Einwurf der neuen Agrikulturchemie.

Dem entgegen sehen wir durch Gaben organischen Düngers in verschiedenen Zersetzungsstadien, durch neue Methoden der Bodenbearbeitung, durch Benützung der wärmehaltenden Gase wie Feuchtigkeit anziehenden Kraft des Bodens alle Bedingungen zur üppigen Vegetation gegeben, wir sehen denjenigen Dünger, der nicht so intensiv direkt nährt, sondern nur mehr das Klima verbessert, den Stallmist neben den übrigen Bedingungen der Pflanzenexistenz als eben so werthvoll wie die direkt nährenden Pflanzenstoffe an und wir sehen in der That in mehreren Systemen der Felderwirthschaft demgemäß gehandelt. Die Feldgärtnereien, die Drillmethoden (der Tullismus von ehedem wie Weedons System neuerlich), die Häufigkeit der Bodenbearbeitung in nördlichen und ihre Abnahme in südlichen Gegenden, ja die mit dem größeren Bedarf zusammenhängende intensive Wirthschaft selbst zeugen dafür.

Das aber ist nothwendig, schon weil der procentische Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt der Pflanze nicht mit dem ihr im Boden gereichten Stickstoff und Kohlenstoff im Verhältniß steht. Die Masse wächst, aber nicht in demselben Verhältniß der Stickstoff.

In dem Grade, als die den Kulturpflanzen fehlenden günstigen klimatischen Bedingungen nicht zu ersetzen sind, müssen wir Nahrungsquellen im Boden eröffnen, d. h. besser düngen. Nicht weil die Cerealien mehr Aschenbestandtheile (Mineralbestandtheile) brauchen, als die Wiesenpflanzen, müssen sie besser gedüngt werden, sondern weil sie unserem Klima fremd, nicht dieselbe Wärme haben, um in

der ihnen künstlich und natürlich bemessenen Vegetationszeit die Salze des Bodens wie die Gase der Luft zu der von uns gewünschten Masse organischer Substanz verbinden zu können.

Schüblers Tabelle der physikalischen Eigenschaften.

Die Schübler'schen Untersuchungen betreffen die Hauptbestandtheile der Ackererde im isolirten Zustande, nämlich Quarzsand, Kalksand (gröbere Kalkkörner), feinzertheilte kohlensauere Kalkerde, reinen Thon, Humus, fein pulverförmige Gypserde, außerdem einen lettenartigen Thon (ein Gemenge von 40 Procent feinen Sandes mit 60 Procent Thon), lehmartigen Thon (24 Procent Sand und 76 Procent Thon), klayartigen Thon (11 Procent feinen Sand und 89 Procent Thon), eine Gartenerde (bestehend aus 52,4 Procent Thon, 36,5 Quarzsand, 1,8 Kalksand, 2 Procent Kalkerde und 7,2 Humus) eine Ackererde von einem der Felder von Hofwyl (bestehend aus 51,1 Thon, 42,7 Quarzsand, 0,4 Kalksand, 2,3 Kalkerde und 3,4 Humus) und endlich eine Ackererde aus einem Thale des Jura (bestehend aus 64 Procent Quarzsand, 33,3 Thon, 1,2 Kalksand, 1,2 Kalkerde und 1,2 Procent Humus).

Erdarten.	Specifisches Gewicht. Wasser = 1.	Gewicht eines Liters zusammengedrückter Erde.		Von 100 Th. Erde absorbirtes Wasser	
		Trocken.	Feucht.	dem Gewicht nach.	dem Volumen nach.
		Kilogr.	Kilogr.	Procent.	Procent.
Quarzsand	2,753	2,044	2,494	25	37,9
Kalksand	2,822	2,085	2,605	29	44,1
Lettenartiger Thon . .	2,701	1,799	2,386	40	51,4
Lehmartiger Thon . .	2,652	1,621	2,194	50	57,3
Klayartiger Thon . . .	2,603	—	—	61	62,9
Thon	2,591	1,376	2,126	70	66,2
Kalkerde	2,468	1,006	1,728	85	66,1
Humus	1,225	0,632	1,428	190	69,2
Gyps	2,358	1,676	2,350	27	38,2
Gartenerde	2,332	1,499	1,744	96	—
Ackererde von Hofwyl .	2,401	1,537	2,180	52	—
Ackererde vom Jura . .	2,526	1,731	2,126	47	—

Erdarten.	Festigkeit und Consistenz des Bodens. Im trockenen Zustande. Die des Thons = 100.	Festigkeit und Consistenz des Bodens. Im trockenen Zustande. Nach dem Gewicht	Festigkeit und Consistenz des Bodens. Im feuchten Zustande Adhäsion an Ackerwerkzeugen für 1 □ Dec. (16 □ Z. v. Eisen.	Festigkeit und Consistenz des Bodens. Im feuchten Zustande Adhäsion an Ackerwerkzeugen für 1 □ Dec. (16 □ Z. v. Holz.	Von 100 Th. Wasser der Erde verdunsteten in 4 St. bei 18° 75 C.	Volumenverminderung bei dem Austrocknen von 100 Th. feuchter Erde bei 18° 75 C.
	Procent.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Procent.	Procent.
Quarzsand	0,0	0,00	0,17	0,19	88,4	0,0
Kalksand	0,0	0,00	0,19	0,20	75,9	0,0
Lettenartiger Thon	57,3	6,37	0,35	0,40	52,0	6,0
Lehmartiger Thon	68,8	7,64	0,48	0,52	45,7	8,9
Klayartiger Thon	83,3	9,25	0,78	0,86	34,9	11,4
Thon	100,0	11,10	1,12	1,32	31,3	18,3
Kalkerde	5,0	0,55	0,65	0,71	28,0	5,0
Humus	8,7	0,97	0,40	0,42	20,5	20,0
Gyps	7,3	0,81	0,49	0,53	71,7	0,0
Gartenerde	7,6	0,84	0,29	0,34	24,5	14,9
Ackererde von Hofwyl	33,0	3,66	0,26	0,28	32,0	12,0
Ackererde vom Jura	22,0	2,44	0,24	0,27	40,1	9,5

Erdarten.	5 Gr. der auf einer Oberfläche von 36,000 □ Millimeter ausgebreiteten Erde absorbirten Feuchtigkeit aus der Luft. In 12 Stunden.	In 24 Stunden.	In 48 Stunden.	Im durchnäßten Zustande absorbirten 5 Gr. Erde aus 15 Cubikzoll atmosph. Luft in 30 Tagen Sauerstoffgas. Nach Procenten.	Dem Volumen nach.	Dem Gewicht nach.	Wärme haltende Kraft die des Kalksandes = 100.
	Centigr.	Centigr.	Centigr.	Procent.	Cubikzoll.	Centigr.	Procent.
Quarzsand	0,0	0,0	0,0	1,6	0,24	0,05	95,6
Kalksand	1,0	1,5	1,5	5,6	0,84	0,20	100,0
Lettenartiger Thon	10,5	13,0	14,0	9,3	1,39	0,30	76,9
Lehmartiger Thon	12,5	15,0	17,0	11,1	1,65	0,355	71,8
Klayartiger Thon	15,0	18,0	20,0	13,6	2,04	0,44	68,4
Thon	18,5	21,0	24,0	15,3	2,29	0,495	66,7
Kalkerde	13,0	15,5	17,5	10,8	1,62	0,35	61,8
Humus	40,0	48,5	55,0	20,3	3,04	0,655	49,0
Gyps	0,5	0,5	0,5	2,7	0,40	0,085	73,8
Gartenerde	17,5	22,5	25,0	18,0	2,60	0,56	64,8
Ackererde von Hofwyl	8,0	11,5	11,5	16,2	2,43	0,525	70,1
Ackererde vom Jura	7,0	9,4	10,0	15,0	2,25	0,458	74,3

(Nach E. Wolffs Reduction.)

Resultate der Erdtemperatur-Beobachtungen Schüblers (A) und Decandolles (B). (In Tabellenform zusammengestellt.)

	A. Mittlere Temperatur		B. Mittlere Temperatur			
	der Erdoberfläche.	der Luft im Schatten.	der Erdoberfläche.	3 Zoll unter der Oberfläche.	4 Fuß unter der Oberfläche.	der Luft im Schatten.
Januar . .	+ 9,8	— 3,3	+ 4,89	+ 2,88	+ 3,28	+ 2,73
Februar . .	24,1	+ 4,9	6,10	3,16	2,92	2,17
März . . .	30,0	6,5	9,42	4,97	2,72	2,71
April . . .	39,8	13,2	20,85	12,75	7,25	8,07
Mai . . .	44,1	15,7	21,38	14,40	10,05	10,59
Juni . . .	47,9	19,2	25,48	18,49	13,11	12,85
Juli . . .	50,8	21,9	27,30	18,37	14,59	13,86
August . . .	43,6	16,4	28,44	19,95	15,27	15,01
September .	39,0	16,0	22,55	16,98	15,16	13,49
Oktober . .	21,7	4,8	12,36	9,93	11,90	8,81
November . .	18,1	3,6	6,79	5,18	7,51	4,23
December . .	21,1	1,6	1,44	0,57	3,09	0,03
Jahresmittel .	+ 31,75	+ 10,04	+ 15,58	+ 10,58	+ 9,03	+ 7,87

Ort.	Bodentemperatur in Centigraden.	Bemerkungen.	Beobachter.
Cap	70,5	Boden eines Zwiebelgartens.	John Herschel.
Aegypten . .	56,00 — 62,25	—	Edwards u. Collin.
Unter den Tropen	52,25 — 56,7	—	Humboldt.
Frankreich . .	47,75 — 50,0	—	Arago.
Kantad (China)	45,00	Wasser der Reisfelder.	Meyen.

Anm. Wenn es genug ist, in einem brauchbaren Wasserauszug der Ackererde die der Vegetation offenbar zuträglichsten Stoffe, die organischen nicht zu vergessen, nachzuweisen, und genauere vollständige Analysen noch ohne recht praktischen Werth sind, so entbehrt gegentheils auch eine genaue Ermittlung der physikalischen Eigenschaften des Bodens nach der Methode Schüblers der nächsten praktischen Brauchbarkeit, am meisten die unmittelbare Anwendung der Schübler'schen Zahlen selbst auf irgend einen Boden, da die Bodenarten dieses gründlichen Forschers allzu unbestimmt sind, mit den wirklich vorkommenden, in zahllosen Fällen nicht zusammenzuwerfen,

und schon allein wegen der Zumessung von Düngersubstanzen aus allen drei Rechen endlos abweichend.

Wie bei der chemischen Analyse der im Wasserauszuge nachweisbare Vorrath an Alkalien, Phosphaten oder stickstoffhaltigen Verbindungen schon Werth hat, so genügen uns die allgemeinen physikalischen Eigenschaften unserer zwei Hauptklassen, der schlammigen (pulverförmigen) und sandigen Bodenarten, des Moderbodens endlich im Anhange. Aus diesen sind dann die endlosen Modifikationen je nach dem gegebenen Fall abzuleiten.

II.

Pflanzennahrung.

A. Im natürlichen Zustande.

§. 59.

Anorganische Stoffe in den Pflanzen.

Auch das reinste Wasser, steht es in einem Gefäße mit der Luft nur zeitweise in Berührung, trübt sich nach einiger Zeit und läßt einen grünen Anflug an der dem Lichte zugekehrten Seite entstehen, derselbe Anflug entsteht sehr oft auf verwesenden Pflanzentheilen, an allen Orten, die immer feucht sind, am unteren Ende der Baumstämme, an den Fenstern von Kellern, Gewölben, Stallungen; dieser Anflug besteht aus Kugeln, die grüne Kerne haben und die man Zellen nennt. Sie gehören zu den einzelligen Pflanzen und spielen für die Humificirung des Zellstoffes eine ähnliche Rolle, wie die Hefenpilze für zuckerhaltige Flüssigkeiten, wie das oidium lactis für die Milchgährung.

Sie begleiten diese Zersetzungen, fördern sie selbst, aber verursachen sie nicht. Auf der Oberhaut der Getreidehalme, auf den Blüthentheilen derselben, auf der Oberhaut unzähliger Rinden- und Blattheile von mannigfaltigen Pflanzen bilden sich Haufen von roth, schwarz oder braun gefärbten Kügelchen. Sie heißen Staubpilze, bestehen oft nur aus einer Kugel oder Zelle mit Unterlage und bilden auch unter anderm den Rost und Brand unseres Getreides.

Ueber die eben vom Schnee befreiten Saaten zieht sich im Frühlinge ein spinngewebartiges, schimmerndes Geflechte von unendlich

vielen verderblichen Fäden eines Schimmelpilzes, die lanosa der Botaniker, in den destillirten und wohlriechenden Wassern der Apotheken wie in den salzigen und giftigen Lösungen derselben, in der Dinte wie im Essig, wachsen schlanke Fäden, zellige Massen, Pflanzenformen mit nur einzelnen oder wenigen Zellen. Kerne in ihnen bilden die Brut, aus ihnen entstehen neue Zellen. Zellenfäden dringen selbst in andere Zellengebilde höherer Ordnung ein, durchbohren Zellwände, bald mit, bald ohne Folge der Zerstörung. In abgestorbenen oder kranken Pflanzengebilden wuchern solche Zellenfäden, die selbstständige Pflanzen sind, am leichtesten und man hat sie daher oft als die Ursache von Pflanzenkrankheiten angesehen, was sie auch oft sind (Traubenkrankheit), oft auch nicht (Kartoffelkrankheit), immer aber stehen sie nahe mit den Ursachen solcher Erscheinungen in Verbindung.

Es gibt sehr zahlreiche Pflanzenfamilien, deren Glieder nur aus e i n e r Zelle bestehen, die sogar oft in Familie sich bewegen können (Oscillatorien); es gibt zahlreiche Familien und Pflanzen, die nur aus einfach aneinandergereihten Zellen bestehen und endlich gibt es die meisten, die aus Zellengruppen bestehen, welche wieder zu besonderen Zwecken in einer Pflanze vertheilt und verbunden sind. Diese bieten als Oberhaut Schutz, jene saugen als Wurzel oder Blätter Nahrung auf, diese bilden Gummi, Zucker, Mehl, Oel, Gift u. s. w., jene endlich machen Blüthen und Samen. Aber der größte Baum besteht ebenso doch nur aus aneindergereihten Zellen, wie der kleine Schimmelpilz im Brode oder auf altem Käse.

Und wovon leben diese einfachsten Pflanzen, die oft nur aus einer Zelle bestehen? Was ist Pflanzennahrung für die primitivste vegetabilische Form? Hypha muralis, ein schuhbreiter Fadenpilz auf morschem Holze dunkler Keller und Gewölbe gibt nach unsern Untersuchungen in 1000 Theilen vollkommen lufttrocken 90 Theile Asche. Diese Asche aber enthält Chlor, Kohlensäure und fast ausschließlich Kalk, obgleich das Filzgewebe keine deutlichen Wurzeln zum Einsaugen zeigt.

Protococcus pluvialis, eine nur aus einfachen Zellen bestehende Pflanze, gab vollkommen lufttrocken in 1000 Gewichtstheilen 330 Gewichtstheile Asche, also den dritten Theil fast, während die Hypha kaum $\frac{1}{10}$ lieferte. Diese Asche aber enthielt in 100 Theilen

ohne Kohlensäure, die in großer Menge entwich, aber nicht bestimmt wurde:

	Schwefelsäure . . .	18,46
	Eisenoxyd	13,07
ziemlich Spuren von	Mangan	
	Kalk	58,07
	Kali	5,76
	Kohle und Kieselerde	4,61
		99,97.

Vaucheria polymorpha, eine im klarsten Quellwasser wachsende cryptogame Pflanze von ganz besonderer Natur,[1] gab durch fleißiges Auswaschen, dann dreistündiges Kochen gereinigt, nur $\frac{1}{5}$ ihres Gewichtes Asche, worin Kieselerde, Eisenoxyd und Kalk in einem der zartesten und weichsten Pflanzengewebe vorherrschten; die Kieselerde bildete $\frac{2}{3}$ der Asche.

Spyrogyra nitida, ein noch viel feineres und weicheres Gewebe, enthielt 10,2 Procent Asche, worin sogar die Hälfte aus Kieselerde bestand.

Gut getrocknete Apfelblüthen gaben uns 10 Procent Asche, darin Eisenoxyd und Kalk vorherrschten.

Wenn Unger in destillirtem, aber mit gewöhnlicher Luft vorher momentan in Berührung befindlichem Wasser nach mehreren Monaten grüne Protococcus erhielt, so waren sie gewiß reich an Mineralbestandtheilen, ein Beweis, wie diese Pflanzen selbst aus destillirtem Wasser die letzten Spuren von jenen zusammenzusuchen im Stande seyn müssen.

Zweimal destillirtes Wasser ward von mir in ein luftdicht verschlossenes Glasgefäß gebracht und 6 Monate (von April bis September incl.) im Zimmer aufbewahrt. Es zeigte sich kein Protococcus, wohl aber Microhaloa protogenita Kütz., eine Leptothrix und Anabaena stagnalis (Kütz. tab. physiolog. I. 93). Geglüht lieferten sie bedeutend viel Asche, die sich in Salzsäure vollständig löste.

[1] Wir bemerken anderen Forschern hiebei das abnorme Verhalten des Zellstoffes dieser Pflanze. So zart sie aussieht, so bringt doch die stärkste Siedhitze den Zellstoff nicht so weit zur Lösung oder Aufschluß, daß er nur den Chlorophyllinhalt der Pflanzen theilweise fahren ließe, was grüne Theile von Landpflanzen thun. Die Cellulose dieser Wasserpflanzen ist sicher eine besondere Modifikation.

Woraus die Asche der höheren, vollkommen entwickelten Pflanzen und namentlich jene der Kulturpflanzen besteht, ist aus sehr zahlreichen Analysen neuerlich bestens bekannt. Gewiß ist also, daß alle Pflanzen beim Verbrennen oder Verwesen (und auch dieses ist ein Verbrennen!) Asche geben.

Diese Asche besteht, wie schon oben angedeutet, vorzüglich aus zwei Alkalien (Kali und Natron), aus zwei alkalischen Erden (Kalk und Magnesia oder Talkerde), aus zwei Metallen (Eisen und Manganoxyd), dann diesen Basen gegenüber aus vier Säuren, nämlich Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlorwasserstoffsäure und Phosphorsäure. Diese und organische Säuren bilden mit jenen sechs Basen Salze in den Pflanzen; noch eine Säure, die Kieselsäure, ist wohl zumeist frei in den Pflanzen abgelagert, wenn sie auch zumeist als lösliches Salz begreiflich in sie eingehen muß.

Die nächste Möglichkeit spricht dafür, daß zu folgenden Salzen jene Basen und Säuren werden verbunden sein: Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure mit Kalk; Kohlensäure und Phosphorsäure mit Magnesia; Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure mit Kali; Kohlensäure und Schwefelsäure mit Natron; dann Chlornatrium und Chlorkalium, Kieselsäure, Eisenoxyd und Manganoxyd.

Aber es ist die Möglichkeit anderer Verbindungen noch viel weiter, und da man bis jetzt sicher weiß, welche Aenderungen der Organismus in die chemischen Affinitäten bringt, so ists vorerst am besten, die Basen und Säuren einzeln zu nennen und das Gruppiren zu vermutheten Salzbildungen in der Hauptsache zu unterlassen, weil es möglicherweise auf falsche Wege für die Praxis führen kann, obgleich wir dazu (nach den Grundsätzen der Affinität) vollkommen berechtigt sind.

De Saussure, Wiegmann und Polstorff und viele Neuere bewiesen schon durch Versuche die Nothwendigkeit der Mineralsubstanzen für die Pflanzen; Liebig flocht sie ins System ein. Seiner Anregung und seiner Forschung verdanken wir eine gründliche Reform in diesem Theile der Theorie landwirthschaftlicher Doctrinen.

Die Erdnahrung geht in löslichen Salzen durch die organischen Zellwände gegen den Zellinhalt und, wie wir glauben, um so leichter und am wenigsten die Pflanze gefährdend, je dünner die Lösung

ist. Wie diese vollbracht wird, was namentlich die Löslichkeit vieler Erdsalze (Phosphate, Silikate, Kalk- und Magnesiasalze ɿc.) betrifft, so ist darüber oben weitläufig gehandelt worden. Wir wissen, daß insbesondere unter Beihilfe freier Kohlensäure und kohlensauren Ammoniaks im Wasser die lösende Kraft des letzteren außerordentlich vermehrt wird. Schwefelsaures Ammoniak macht nach Liebig den phosphorsauren Kalk so leicht löslich im Wasser wie Gyps. Lösliches kieselsaures Kali oder Natron mit Kohlensäure zersetzt, läßt bis zu einem gewissen Grade dennoch die Kieselsäure nicht mehr ausfallen, sie bleibt gelöst, also diffussibel in der Flüssigkeit.

Wenn nach Boussingault jährlich von 1 Hektare 200 Kilogramme Mineralsubstanzen dem Boden durch die Ernte entzogen werden, die Entziehung vorher aber nur durch Lösung im Meteorwasser und Wasserdunst geschehen konnte, so waren jene 200 Kilogramme in 6 Millionen Kilogramm Wasser gelöst, also in 30,000 Kilogrammen Wasser 1 Kilogramm Mineralsubstanz, weil die Pflanzen soviel Wasser in ihrer Vegetationszeit verdunstet hatten.

Es kommt jedoch noch in Frage, ob nicht sehr viel aus der Atmosphäre aufgenommener, an Mineralsubstanzen viel ärmerer Wasserdunst von den Blättern aufgenommen[1] und ausgeschieden wird, so daß die Concentration der Bodennahrung doch eine größere ist. Wenn 1 Hektare Landes jährlich 200 Kilogramme der passenden Mineralsubstanzen frei zu machen im Stande ist, so muß er bei entsprechender Witterung und hinlänglichen Kohlen- und Stickstoffquellen ohne weitere Zugabe an Düngung jährlich die jenen Mineralsubstanzen entsprechende Ernte zu liefern im Stande seyn So wird sich die sogenannte Mineraltheorie dem Stalldünger gegenüber in neuester Form behaupten können. Die Mineralsubstanzen, welche im Durchschnitte in den Pflanzenaschen gefunden werden, verhalten sich bei der Diffusion verschieden; es ist noch schwerer zu sagen, wie bei der Ernährung.

Das Kapitel der Aschenbestandtheile ist seit den letzten zehn Jahren, den vierzigern des Jahrhunderts, welche die landwirthschaftliche Geschichte als die cinerische Epoche bezeichnen wird, außerordentlich ausgebildet worden, und große Schriften haben oft nichts als Aschenanalysen zum Inhalt. Nachdem die Resultate gewonnen, kann jetzt

[1] Neueste Untersuchungen widersprechen dem.

kürzer darüber verhandelt werden. Aber wir bemerken im voraus, daß wir ganz Schleidens Bemerkung beistimmen, daß nur dann etwas Erkleckliches zu hoffen sey, wenn einmal große Reihen von Untersuchungen vorlägen, wenn auch weniger genau und ins Einzelne gehend, doch alle nach ein und derselben Methode und nach denselben äußeren Umständen gemacht, bei denen also die Fehler überall gleich groß sind, so daß die aus der Vergleichung sich ergebenden Resultate stets ihre völlige Richtigkeit behalten.

In die Pflanzen diffundirt Kali häufiger und mit Vorliebe vor dem Natron. Selbst die sonst am Strande wachsenden Natronpflanzen wandeln sich im Binnenlande in Kalipflanzen um. Aber auch Kali läßt sich, doch ohne gleichen Erfolg, durch Natron substituiren. Wie dieses das vorzüglichste Alkali der Thierwelt, so ist's jenes der Pflanzenwelt. Die Rüben und Knollen werden ihres Reichthums an Alkalien wegen gerne Kalipflanzen genannt. Man nimmt mit Unrecht an, daß Alkalien und Erden auch das Gerüste der Pflanzen, d. h. wohl die Zelleninkrustationen bilden helfen, und deren Mehrung eine Pflanze fester, beziehungsweise stärker, den störenden Witterungseinflüssen leichter widerstehen machen könnten.

Wolff, der ein Kapitel über diese Aschenbestandtheile der Pflanzen in seiner Naturwissenschaft des Ackerbaues schrieb, klassificirt viele Kulturpflanzen nach dem Alkaligehalt (Kali und Natron) der Aschen, wie folgt:

	Procent		Procent
Getreidearten, Stroh	20	Rüben	50
„ Körner	30	„ Blätter	40
Hülsenfrüchte, Stroh	30	Weißkraut	50
„ Körner	45	Beerenfrüchte	65
Futtergewächse, Klee,	35	Mehlreiche Früchte	50 (?)
Oelfrüchte, Stroh	40	Kleine Samen der Laubhölzer	30
„ Körner	25		
Knollen	60	Kleine Samen der Nadelhölzer	20
„ Blätter	25		

Welche von den Mineralsubstanzen für die Cerealien absolut nöthig seyen, suchte Solms-Horstmar zu constatiren durch Versuche, denen indessen weitere und ausgedehntere Wiederholung Noth thut.

In künstlich gemengtem Boden zog er z. B. Haber und fand:

ohne Kalk — keine Halmbildung,
„ Magnesia — Halm niederliegend, keine Frucht,
„ Eisen — fehlt die grüne Farbe (?),
„ Kali — kurzer Halm, mangelhafte Blüthe,
„ Kieselsäure — Halm niederliegend, ohne Blüthe,
„ Schwefelsäure — schwacher Halm, bald absterbend,
„ Phosphorsäure — schmächtiger Halm, blasse Farbe, keine Frucht.

Außer Natron brauchte also die Pflanze alle übrigen gewöhnlichen Aschenbestandtheile.

Die alkalischen Erden diffundiren in gewissen Verbindungen nicht minder gegen den Zellinhalt. So der Kalk, der sich insbesondere in älteren Pflanzentheilen, dem Holze, der Rinde, auch den Blättern der Bäume oft in großen Procenten ihres Aschengehaltes findet (70 Procent in der Rinde), ärmer sind daran Wurzeln und Knollen und noch ärmer die Gräser (Cerealien). Die Kieselsäure scheint hier in ihrer beliebten Verbindung mit organischer Substanz das Normale zu seyn und wenn zum Theil die Kalkerde sie ersetzen soll, so geschieht dieß mit merklicher Verschlechterung der Pflanzen als Futterstoffe. Dieß zeigt ein Vergleich zwischen denselben Gräsern auf kalkreichem und kieselreichem Boden gewachsen. Die Magnesiasalze begleiten jene des Kalkes gewöhnlich. Eine besondere Bedeutung scheinen sie nur in den Samen, zunächst den Cerealien zu haben, da sie hier constant vorkommen (10—12 Proc.) und als Mittel, den Kalk zu ersetzen.

Der Magnesia entgegengesetzt scheint sich Chlor zu verhalten, das zwar überall in den Pflanzen gefunden wird, aber nur in geringer Menge und vorzüglich in den jüngeren und saftigen Pflanzentheilen, in geringster Menge in den Samen.

Der Schwefel ist wesentlich für die Proteinstoffe der Pflanzen (Eiweiß, Legumin), obgleich er in schwefelsauren Salzen nicht minder in den Pflanzen vorkommt; diese scheinen sich den Chloralkalien ähnlich zu verhalten. Im nicht oxydirten Zustande ist er offenbar in den Samenkörnern, vorzüglich dem Senf, Rübsamen, Leindotter 2c. (Allylsulphür), schwächer schon in den Samen der Hülsen und am schwächsten in den Cerealien.

Eine größere Rolle spielt die Phosphorsäure, welche in

allen Cerealiensamen in fast gleich großer Menge (zu fast 50 Proc. enthalten ist), in Hülsenfrüchten zu 40 Procent, in den Oelfrüchten zu 45 Procent; Stroh, Blätter, Wurzeln und Knollen sind ärmer daran (4—10 Procent).

Die Phosphorsäure zeigt mehr wie eine andere Verbindung eine besondere Bedeutung bezüglich der organischen, hier zunächst stickstoffhaltigen Substanz. Ohne sie ist eine Samenbildung in bisher genau beobachteten Fällen nicht möglich. Sie ist im Samen an Kali, an Magnesia, in anderen Theilen auch an Kalk gebunden, und der jährliche Entgang derselben aus dem Boden mittelst der Ernten wird auf 25 Kilogramme durchschnittlich pr. Hektare geschätzt. Bei einer gewöhnlichen Mistdüngung, die 30 Procent Asche und darin 5 Proc. Phosphorsäure enthält, wird dieser Verlust aber reichlich wieder gedeckt, von dem neuerlich nachgewiesenen Vorhandenseyn phosphorsaurer Verbindungen in fast allen Böden, wenn auch in nur geringer Menge, gar nicht zu reden. Doch ist es zur Zeit noch unmöglich, ein bestimmtes nothwendiges Verhältniß zwischen Phosphorsäure und stickstoffhaltigen Bestandtheilen festzusetzen, so gewiß ein Verhältniß auch überhaupt besteht (s. Tabelle im Anhang).

Für einige Pflanzenfamilien ist die Kieselsäure von hervorragender Bedeutung, so für die Gräser, also Cerealien, die in ihren Halmen, beim Wintergetreide z. B. 70 Procent der Asche an Kieselsäure enthalten. Die Aschenfreunde nehmen 60 Procent als durchschnittlichen Gehalt der Strohaschen an Kieselsäure an. Andere Pflanzen enthalten in allen ihren Theilen noch mehr Kieselsäure, so z. B. die Schachtelhalme, deren Asche oft 90 Procent davon enthält, so die weiche und zarte Vaucheria polymorpha, die mehr als $^2/_3$ davon in ihrer Asche bietet. Auch die rauhen Blätter des Hopfen halten 12 Procent in der Asche und die Tabaksblätter, milder anzufühlen. Die Kieselsäure scheint eine ausgebreitetere Bedeutung zu haben, als die Aschenanalytiker annehmen.

Kieselerdehydrat und wässerige Kieselerde sind die ersten Formen, die wir beachten müssen, ersteres entsteht durch Niederschlag des wässerigen kieselsauren Kalis durch eine Säure oder Salmiak, oder der in einer wässerigen Säure gelösten Kieselerde durch ein kohlensaures Alkali, letzteres durch Lösung der gerade aus Fluorsilicium durch Wasser gefällten Kieselgallerte. Alle diese

Wege kann auch die Natur einschlagen und viele Quellwasser enthalten Kieselerde.

Als kieselsaures Kali findet sich die Kieselerde am häufigsten durch Wasser frei geworden bei der Verwitterung der Thonboden liefernden Gesteine. Aus ihnen zieht Wasser das Kali mit um so mehr Thonerde und Kieselerde aus, je mehr das Kali betrug. Amorphe Kieselerde verbindet sich leicht mit fixen Alkalien auf nassem Wege. Aus natürlichen kieselsauren einfachen und Doppelsalzen, welche Kali, Natron oder Lithion enthalten, scheidet Kalk durch die nasse Cementation das löslichere Alkali aus. Auch Thonarten lassen wohl, wenn auch nur langsam, das wenige Kali und Natron, das sie enthalten, in das Wasser übertreten, wenn Kalk zugesetzt wird (Kalk als Dünger). Was die Chemie durch Glühen, Kochen und Pulvern rasch erzielt, erreicht die Natur durch die Extreme der Witterung.

Und dennoch ist die Frage: Wie die Kieselerde in den Pflanzen, insbesondere in die Herrscher des Pflanzenbaues (die Cerealien), die daran so reich sind, komme, immer Gegenstand der Controverse gewesen. Man hielt es für großen Fortschritt, die Löslichkeit der alkalischen Silikate in Wasser gefunden zu haben, aber man fand zugleich, daß das Vorhandenseyn von Kohlensäure diese Löslichkeit hindere, sofern die Alkalien sich ihrer Kohlensäure wieder bemächtigten. Und doch ist in dem gedüngten Boden Kohlensäure reichlich vorhanden.

Liebig fand, daß auch nach der Trennung der Kieselsäure von ihrer alkalischen Basis sie noch in einem gewissen Grade im Wasser löslich sey. Dagegen meinte Way, Wolff und zuletzt Strukmann, daß die Kieselerde als kieselsaures Ammoniak in die Pflanzen übergehe, von da aus dann Wolff das Ammoniak leichtfertig verdunsten ließ.

Während die einen eine chemische Verbindung von Kieselsäure mit Ammoniak, insbesondere im gelatinösen Zustande der ersteren, annahmen, erklärte Liebig, daß dieß nicht der Fall sey. Er forderte mit Recht die Charaktere einer chemischen Verbindung dafür und sah hier nur ein Nebeneinanderliegen der Stoffe ohne feste Proportion zur Verbindung. Bemerkenswerth ist insbesondere die größere Löslichkeit der Kieselerde im ammoniakarmen Wasser.

Eisenoxyd ist ein ständiger Begleiter der Pflanzenaschen, aber in nur geringer Menge. Ist's mehr, so fehlt auch sein Begleiter, das Mangan, kaum.

Die Thonerde fand man so selten, daß man sie schon aus den Mineralbestandtheilen der Pflanzen überhaupt zu streichen begann, als in mehreren Lycopodien bedeutende Mengen davon gefunden wurden.

Wir geben noch beifolgende Tabelle nach Fresenius.

Tabelle nach Fresenius.

		Die Ernte von einer Hektare (durchschn. gerechnet) entzieht dem Boden in Kilogrammen.								Liefert Kilogramme.	
		Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kieselsäure.	Chlornatr. und Chlorkalium.	Stickstoffhaltige Substanzen.	Stickstofffreie Nahrungsmittel.
Weizen	im Korn	8,71	3,32	1,03	4,41	18,32	2,34	0,22	—	316,8	768,5
	„ Stroh	23,84	—	11,90	—	1,99	18,24	129,13	5,77	69,7	989,7
	„ Ganzen	32,55	3,32	12,93	4,41	20,31	20,58	129,35	5,77	386,5	1758,2
Roggen	im Korn	6,14	1,88	1,06	2,72	11,84	1,58	0,42	—	197,1	871,2
	„ Stroh	15,25	—	8,03	2,13	3,38	6,12	57,21	0,73	46,0	1122,4
	„ Ganzen	21,39	1,88	9,09	4,85	15,22	7,70	57,63	0,73	243,1	1993,6
Gerste	im Korn	13,29	4,28	2,60	6,85	30,39	2,75	24,68	0,38	315,53	1341,1
	„ Stroh	55,64	2,10	19,04	8,91	8,08	31,02	116,21	23,51	81,40	2385,0
	„ Ganzen	68,93	6,38	21,64	15,76	38,47	33,77	140,89	23,89	396,93	3726,1
Haber	im Korn	8,36	—	1,59	5,24	10,07	3,95	31,98	0,35	242,9	991,2
	„ Stroh	13,39	14,66	8,01	5,03	2,13	16,42	59,58	2,74	54,7	683,7
	„ Ganzen	21,75	14,66	9,60	10,27	12,20	20,37	91,56	3,09	297,6	1674,9
Mais	im Korn	5,80	5,80	0,48	6,37	18,74	?	0,29	—	386,0	?
	„ Stroh	22,51	61,56	19,77	15,53	39,94	1,64	63,10	8,00	?	?
	„ Ganzen	28,31	67,36	20,25	21,90	58,68	. . .	63,39	8,00	. . . .	. . . .
Hirse	im Samen	7,27	0,99	0,65	5,81	13,81	0,26	45,28	1,08	?	?
	„ Stroh	24,83	2,77	23,47	14,74	1,20	31,04	87,30	2,15	?	?
	„ Ganzen	32,10	3,76	24,12	20,55	15,01	31,30	132,58	3,23	. . . .	. . . .

		Die Ernte von einer Hektare (durchschn. gerechnet) entzieht dem Boden in Kilogrammen.								Liefert Kilogramme.	
		Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kieselsäure.	Chlornatr. und Chlorkalium.	Stickstoffhaltige Substanzen.	Stickstofffreie Nahrungsmittel.
Buchweizen . .	im Samen	2,89	6,64	2,20	3,43	16,53	0,72	0,22	—	128,7	778,6
	„ Stroh	6,63	—	14,06	25,81	5,76	4,33	2,79	3,13	?	?
	„ Ganzen	9,52	6,64	16,26	29,24	22,29	5,05	3,01	3,13	. . . .	. . . .
Erbsen	im Samen	10,13	2,02	1,49	2,38	9,36	3,03	0,14	0,60	258,8	553,0
	„ Stroh	14,40	7,20	55,87	10,65	12,38	14,13	22,32	8,06	376,5	659,2
	„ Ganzen	24,53	9,22	57,36	13,03	21,74	17,16	22,46	8,66	635,3	1212,2
Linsen	im Samen	10,56	2,90	1,92	0,75	11,02	3,13	0,40	2,31	340,0	635,9
	„ Stroh	12,38	—	60,14	3,50	14,15	1,16	20,22	2,42	?	?
	„ Ganzen	22,94	2,90	62,06	4,25	25,17	4,29	20,62	4,73	. . . .	. . . .
Feldbohnen . .	im Samen	24,27	7,44	4,20	5,81	27,44	3,14	0,82	0,94	494,2	1028,68
	„ Stroh	9,48	8,23	22,53	4,41	7,48	8,57	7,00	0,24	?	?
	„ Ganzen	33,75	15,67	26,73	10,22	34,92	11,71	7,82	1,18	. . . .	. . . .
Wicken	im Samen	9,29	3,00	1,45	2,58	11,57	1,25	0,61	0,60	?	?
	„ Stroh	46,12	—	49,82	8,25	7,13	3,11	11,25	3,47	?	?
	„ Ganzen	55,41	3,00	51,27	10,83	18,70	4,36	11,86	4,07	. . . .	. . . .
Runkelrüben .	Rüben	111,30	4,27	19,95	12,54	17,13	7,50	22,82	24,25	612,0	4446,0
	Kraut	34,12	15,88	14,10	5,07	4,20	7,50	2,58	10,62	?	?
	im Ganzen	145,42	20,15	34,05	17,61	21,33	15,00	25,40	34,87	. . . .	. . . .

	Die Ernte von einer Hektare (durchschn. gerechnet) entzieht dem Boden in Kilogrammen.								Liefert Kilogramme.	
	Kali.	Natron.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.	Schwefelsäure.	Kieselsäure.	Chlornatr. und Chlorkalium	Stickstoffhaltige Substanzen.	Stickstofffreie Nahrungsmittel.
Weiße Rüben { Rüben	112,20	3,57	35,70	12,75	33,15	42,48	12,75	12,75	555,0	3540,0
Weiße Rüben { Kraut	21,14	1,50	18,27	5,32	1,13	10,29	4,40	2,33	?	?
Weiße Rüben { im Ganzen	133,34	5,07	53,97	18,07	34,28	52,77	17,15	15,08	. . . .	. . . .
Kartoffeln . . . { Knollen	100,44	—	6,51	17,11	27,90	13,78	11,16	10,78	524,9	3996,0
Kartoffeln . . . { Kraut	2,26	1,13	32,48	5,38	6,45	4,74	33,68	2,57	90,4	?
Kartoffeln . . . { im Ganzen	102,70	1,13	38,99	22,49	34,35	18,52	44,84	13,35	615,3	. . . .
Reps . . . . . { im Samen	19,02	1,39	11,48	9,84	36,08	24,11	0,65	0,08	?	?
Reps . . . . . { " Stroh	31,51	10,31	43,93	5,73	14,32	21,96	2,86	55,39	?	?
Reps . . . . . { " Ganzen	50,53	11,70	55,41	15,57	50,40	46,07	3,51	55,47	. . . .	. . . .
Hanf, ganze Pflanze	9,72	0,56	46,98	5,67	5,67	1,38	8,91	1,62	. . . .	. . . .
Flachs, " "	24,28	11,02	24,32	14,50	17,66	13,00	82,40	12,80	. . . .	. . . .
Tabak, Blätter und Stengel	60,76	1,14	92,82	29,04	10,92	10,37	28,71	23,53	. . . .	. . . .
Rother Klee	144,00	119,23	158,40	47,80	36,28	18,36	28,80	34,56	926,0	5637
Wiesengras	64,42	0,30	53,23	21,29	16,07	18,20	93,77	12,80	401,0	3606

§. 60.

Schlüsse aus den Aschenanalysen.

Zwei Resultate stellen sich aus den Aschenanalysen endlich heraus, die der größten Beachtung würdig sind; das ist

1) die Uebereinstimmung gewisser Pflanzen, zunächst einer Familie, nach der procentischen Aschenzusammensetzung, insbesondere ihrer Theile. So die Asche der Getreidekörner, des Getreidestrohes, der Hülsensamen, des Hülsenstrohes, der ölhaltigen Schotensamen und selbst anderen Familien angehörigen Oelpflanzen, endlich der Wurzeln und selbst der Knollen, landwirthschaftlich gesprochen. [1]

2) Die relative Menge der Basen bleibt stets unverändert in den verschiedenen Theilen einer Pflanze in einem bestimmten Entwicklungsstadium, jedoch sind die absoluten Quantitäten außerordentlich verschieden, weil das gegenseitige Verhältniß zwischen den auflöslichen und unlöslichen Salzen großem Wechsel unterworfen ist.

Man folgert aus einigen Analysen, daß die relative Menge der Alkalien und der Phosphorsäure mit der Entwicklung einer Pflanze in den Blättern ab-, die der alkalischen Erden aber zunehme. In den Halmen nehmen die Alkalien nicht ab, wohl aber die letzteren zu. Die Phosphorsäure nimmt aber auch ab. Diese übertrifft allmählig die vorher in den Samen vorhandenen Alkalien, sie finden sich hier als phosphorsaures Kali.

Chlor scheint nur der jungen Pflanze Bedürfniß, in der älteren zeigt sich keine Zunahme mehr. Nur die von mir untersuchten Algen zeigen ein gleiches Verhältniß.

Schwefelsäure umgekehrt mehrt sich mit dem Alter der Pflanzen, nur nicht im Samen.

Diese Behauptungen sind noch zu schwach durch Analysen fundirt. Im Vergleich zur Zahl der Arten und Varietäten kultivirter und wildwachsender Pflanzen zu den verschiedenen Bodenarten und Düngungsmethoden, die ihnen zukommen, zu den klimatischen Verhältnissen sind die vorliegenden Analysen nur ein sehr schwaches Fundament noch zur Bildung von Schlüssen und oft ist man geneigt, die Quantität

[1] Wolff gibt eine Tabelle hiezu l. c. p. 150.

der Salze lediglich von Lösungsmitteln abhängen zu lassen und zu sagen, um so viel mehr Vegetationswasser, um so viel mehr Salze.

Von größter Wichtigkeit für die Praxis ist die Behauptung der Substitutionsfähigkeit der Mineralbasen, nach welcher etwa bloß die chemisch verwandten, z. B. Kali und Natron, oder Kalk und Magnesia sich zu vertreten im Stande wären. J. v. Liebig hat dieß bekanntlich darauf zurückgeführt, daß die Sauerstoffmenge, welche in einer Pflanzenasche mit den Metallen der Alkalien und der alkalischen Erden in Verbindung sich befindet, unter allen Umständen dieselbe bleiben müsse, möge sie nun mit den Metallen der Alkalien oder der alkalischen Erden zum größeren Theile verbunden seyn.

Was letzteres betrifft, so haben die zahlreichen und besseren Aschenanalysen der neueren Zeit wohl die Ansicht von einem unveränderlichen Sauerstoffverhältniß in den Mineralbasen der Pflanzenaschen als haltlos bezeichnet, was aber das Gesetz der Vertretung der Basen betrifft, so halten wir dasselbe, jedoch nur gerade in größerer Ausdehnung, obgleich innerhalb gewisser Grenzen, für richtig.

Dafür sprechen uns als theoretische Gründe schon:

1) Diffustionserscheinungen überhaupt. Keine Zellwand ist im Stande, die ihr gebotenen, gelösten Verbindungen ganz zurückzuweisen, selbst wenn sie ihr den Untergang brächten. Ihr Vermögen die gegen den Zellinhalt diffundirenden Lösungen zu verändern, ist gleichfalls nur ein beschränktes. Magnesialösungen statt Kalk, Natron statt Kali und umgekehrt geboten, gehen als solche in die Pflanzen ein und ersetzen ihre Verwandten, jedoch nur bis zu einem gewissen Grade.

2) Diese Substitution binnen gewisser Grenzen findet sogar zwischen Kieselsäure und Kalkerde, zwischen Eisen und Manganoxydul, ja noch andern Metallen (Kupfer) statt.

3) Gerade die großen Schwankungen in den Kalisalzen der Pflanzenaschen sprechen für die Möglichkeit ausgedehnter Substitutionen.

4) Die Wolff'schen Versuche sind nicht strikte genug, das Mittel der Reduktionen und Zusätze zu willkürlich, um die Substitutionstheorie zu erschüttern.

5) Soviel wir über das Verhalten der Mineralstoffe zur organischen Substanz wissen, so deutet das Untergeordnete derselben

auf die leichte Möglichkeit der Substituirung auch vom physiologischen Standpunkte.

Die Pflanze liebt je nach ihrer Art gewisse Mineralbestandtheile und es gibt Kali- Kiesel- und Kalkpflanzen, aber sie kann bis zu einem gewissen Grade nicht nach dem Lebensprincip, sondern nach den Gesetzen der Diffusion durch organische Membranen sich die ersteren substituiren, so lange ihr ganzes Wesen nicht darunter leidet. Aber was ist ihr Wesen? Und diese Substitution findet im ausgedehntesten Maße bezüglich der Stoffe selbst nicht aber der Quantität statt. Das verlangt schon die geographische Verbreitung der Pflanzen über die Erdoberfläche. Die Reduktion der Pflanzenaschenbestandtheile auf wenige wesentliche (kohlensaure und phosphorsaure Alkalien und Erden) spricht nicht minder dafür.

§. 61.

Wesentliche Aschenbestandtheile.

Aber es gibt für gewisse Pflanzentheile wesentliche Aschenbestandtheile, es gibt solche zunächst in den den Typus der Art und ihre Fortpflanzung selbst bedingenden Samen. Wie hier die Kotyledonenblätter, selbst die Lage des Embryo, der Eiweißkörper die einfachsten Grundlagen zur Bildung von Abtheilungen und Klassen geben, so concentrirt sich die chemische Zusammensetzung auf wenige, aber constante Verbindungen, die des gewöhnlichen, nur geringen Bedarfs wegen auch überall auf der Erde in normalen Zuständen während der natürlichen Vegetationszeit einer Pflanze im Boden löslich werden.

Daß die obengenannten kohlensauren und phosphorsauren Alkalien und Erden, letztere zunächst, dazu gehören, scheint gewiß, obgleich wir das Verhalten derselben zur organischen Substanz und die Eintheilung in chemische und mechanische Verwendung als Kriterium noch unstatthaft finden. Die Kieselsäure wird mit Unrecht als bloß mechanischer, wenn auch noch so nothwendiger Bestandtheil erklärt, denn Pflanzen in Wassern mit starkem Kieselgehalt enthalten die Kieselsäure offenbar in Verbindung, vielleicht direkter, mit der organischen Substanz. So nach meinen Untersuchungen die Diatomeen, Vaucherien und insbesondere die großen Rasen der schleimigen, aber sehr Kieselsäurereichen Spirogyra nitida.

Das Traurigste für die Folgerungen aus den Analysen von Pflanzenaschen bleibt immerhin, daß die procentische Zusammensetzung derselben im Allgemeinen wegen der großen Variationen im Gehalte während der Vegetationsperiode nur sehr geringe Bedeutung hat, auf ein mittleres Durchschnittsgewicht der Pflanze bezogen aber auch alle jene Mängel und Täuschungen auftreten, welche die „Durchschnitte" begleiten. Es müssen die Analysen sich auf einzelne Entwicklungsstadien beziehen, zunächst auf jenes, in welchem die Pflanze geerntet wird.

Was die Pflanze einmal aufgenommen hat, gibt sie ebensowenig in demselben Zustande wieder ab, als sie Nährstoffe im unveränderten Zustande diffundiren läßt. Da aber das Wesen der Diffusion auch eine Ausscheidung annehmen muß, so halten wir dieselbe an den zartwandigen Theilen der Wurzeln, kurz wo an solchen Theilen eine rasche Diffusion vor sich geht, für unzweifelhaft.

Soweit ging der Stand der Ansichten über die Nothwendigkeit der Mineralstoffe für die Pflanzenexistenz, als vor Kurzem die Widersacher derselben ihre Bedeutung gänzlich zu läugnen begannen und lediglich dem assimilirbaren Stickstoffe, verdeckt mehr oder ganz offen, Werth beimessen, was gewiß in diesem Extreme gleichfalls unrichtig ist. Ehe wir indessen auf die mit Unrecht sogenannten organischen Nährstoffe der Pflanzen übergehen, wollen wir über den Ausdruck vorerst uns etwas klar werden.

Wenn sich die Ausdrücke „Organisches und Unorganisches" auf die in der Natur vorgehenden Prozesse beziehen sollen, so hat das zur Zeit noch einen, wenn auch bestrittenen Sinn und wird ihn wenn auch nur dieselbe als Modifikationen allgemein wirkender Naturkräfte betrachtet, immer behalten.

Wenn man aber darunter fertige Produkte versteht, so ist das oft leeres Wortgeklingel, denn aus den 62 einfachen Körpern besteht am Ende die ganze materielle Natur und es ist klar, daß z. B. der Zellinhalt der Pflanzen ein unorganischer ist, wenn man an seine Elemente denkt (obgleich auch diese „organische" genannt werden), und ein organischer, wenn man an Eiweiß, Zucker, Gummi 2c. denkt. Der Ausdruck „nähere und entferntere" Bestandtheile genügt nicht zur Hemmung des Mißbrauchs.

Dasselbe ist der Fall mit dem Ausdrucke: „chemischphysikalische

Kräfte," beide sind zur Zeit innig verschmolzen und nicht mehr zu unterscheiden.

Die Tage der Bildung eines Zusammenhanges zwischen Allen, d. h. der Fruchtbarmachung derselben für die Theorie, sind gekommen. Deßhalb aber ist die Detailbetrachtung in nicht geringerem Werthe, von noch höherem, weil mit übersichtlichem Plane.

Man sagt: aus amorphem Fluidum scheide sich ein Festes, die Pflanzenzelle; das sey ein chemischer Akt; ein andermal: die Zelle krystallisire aus dem Fluidum heraus und das sey eine physikalische Erscheinung. „Um aus der unorganischen Materie und vermittelst ihrer ganz nach den Grundsätzen der **Chemie** ihren Stoff zu bilden, eignen sich die Organismen dieselbe an" und die Umwandlung des Unorganischen in Organisches wird wieder als eine Funktion der bewegenden Kraft angesehen. Die nüchtere Naturanschauung erkennt sogleich, daß dieß nur Redensarten sind.

§. 62.

Wasser.

Das Wasser der Erde, wie das Dunstförmige der Luft, diffundirt gegen das Wasser in den Pflanzenorganen, aber die Wurzeln nehmen viel mehr auf, als sie ausscheiden, die der Luft und dem Lichte zugekehrten Organe bei mächtigeren Verdunstungsbedingungen scheiden mehr aus als sie aufnehmen. Kann es ein Stadium geben, in welchem beide sich das Gleichgewicht halten, somit der Wechsel stattfindet ohne sich durch Gewichtsverlust controliren zu lassen? Jedenfalls muß die Diffusion gasförmigen Wasserdunstes gleichfalls auf den verschiedenen Concentrationsgraden desselben nicht minder beruhen. Daß aber solche stattfinden, lehren Erscheinungen der Destillation deutlich.

Die Pflanzen verdunsten viel mehr Wasser durch ihre Luftorgane, als die Fläche, auf welcher sie wachsen, durch den Regen erhält. Sie nehmen diesen sehr bedeutenden Ueberschuß aus dem Untergrundwasser und dem im Boden sich gleichfalls anhäufenden Wasserdunst der Atmosphäre.

Dieses 4—9 mal größere Quantum Wassers, als es der Regen liefert, soll, so wird behauptet, zunächst durch jene Körper im Boden

vermittelt werden, welche sich durch Hygroscopicität auszeichnen. Wenn man nun weiß, daß durch bloße Zumischung von Rindsexkrementen zu Sand man letzteren eine größere wasserhaltende Kraft verschaffen kann, als dem Thone (wie unsere Versuche zeigen), wenn man an die große Hygroskopicität der Huminverbindungen denkt, an die Mehrung derselben durch Zusatz thierischer Düngermaterialien selbst, so wird man ihre Bedeutung als ewige Quellen des Universallösungsmittels der Natur auch für die Pflanzenernährung gebührend zu kennen vermögen. Allein die Feuchtigkeit des Bodens rührt nach unseren Versuchen weitaus zum größten Theil von der Feuchtigkeit des Untergrundes, vom Grundwasser her (siehe unten). Das Wasser ist als Lösungsmittel für alle Pflanzennahrung Grundbedingung alles Wachsthumes, aller Pflanzennahrung, die für sich allein nicht flüssig, oder doch als solche nicht assimilirbar wäre, aber für die luftförmige hat es denselben Werth nicht.

Es ist auffallend, wie sehr der Wasserdunst in einer warmen Atmosphäre selbst bei verhältnißmäßig trocknem Boden die Vegetation (d. h. den Stoffwechsel) insbesondere der grünen Pflanzentheile befördert. Durch künstliches Ueberspritzen der Pflanzen mit Wasser im heißen Sommer Griechenlands bei nur sehr mäßiger, begreiflich aber nicht ganz fehlender Bodenfeuchtigkeit erhielten wir außerordentliche Resultate bezüglich der Entwicklung der Appendikularorgane mancher Pflanzen (z. B. der Kartoffeln). Die Gärtner in den Warmhäusern wissen das gleichfalls. Ist noch dazu besonderer Reichthum von Kohlensäure in der Luft, so erhält man die höchsten Leistungen der atmospärischen Nahrungsmittel, die das rascheste Aufnehmen der Bodennahrung bei günstigen Bedingungen dann gleichfalls hervorrufen und sich ihre Solidität sichern. Und doch läßt sich eine Aufnahme von Wasserdunst durch die Blätter nicht beweisen!

§. 63.

Luftnahrung.

Wenn eine Pflanze altert, so werden in ihr allmählig die verdickten Zellen und Gefässe häufiger, ihre Gewebe straffer, weil im Verhältniß zum flüssigen Inhalt reicher an festem, schwerer oder gar nicht löslichem. Die Pflanze scheidet nur Gas und dunstförmige, auch flüssige Stoffe regelmäßig aus, niemals feste als solche in der Regel.

Die straff und hart gewordene Pflanze entfärbt sich endlich, wird gelb oder roth, dann braun und grauweiß, und stirbt. Sie verfällt den Gesetzen des Stoffwechsels des Unorganischen und nach ihrem Verwesungsprocesse oder ihrer Humusbildung bleibt Asche zurück. Auch die Pflanze wird zu Staub und Asche, sie lebt ja vorzugsweise davon.

Aber diese Asche ist viel leichter, als vordem die Pflanze war, sie ist oft nur der hundertste Theil des früheren Gesammtgewichtes. Wohin ist der Rest gekommen? Wenn dieselbe Pflanze, anstatt zu verwesen. d. h. langsam zu verbrennen, in einem festschließenden Apparate allmählig erhitzt und verbrannt wird, so wie man im Allgemeinen „Verbrennen" versteht, so bleiben außer der Asche noch allerlei Produkte zwar übrig, die aber bei fortgeführter Zersetzung durch das Feuer und Sammlung der gebildeten Produkte zuletzt sich als die sogenannten vier organischen Elemente erweisen, als: Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff. (Außer ihnen wird in der Asche noch Phosphor und Schwefel gefunden). Aber man erhält sie auch durch das stärkste Glühen in den besten Apparaten nicht sogleich in dieser Form, sondern den Sauerstoff mit Kohlenstoff zu Kohlensäure und anderen verwandten Gasen und Körpern, den Stickstoff mit Wasserstoff zu Ammoniak und dem Wasserstoff zu Wasser verbunden. So auch sind die vier organischen Elemente im reinen Zustande unbrauchbar für die Pflanze als Nahrung. Und bei noch langsamerer immerhin aber künstlich erzielten Zersetzung durch Feuer oder Wärme erhält man noch größere Reihen von Zersetzungsprodukten und bei der natürlich vor sich gehenden nicht minder. Diese Form der Auflösung, die Humificirung, scheint auch die beste, um mit ihren Produkten Pflanzennahrung selbst für neue, nachkommende, vegetabilische Organismen zu werden. Aber so vielfach die Verbindungen seyn mögen, zuletzt bleiben doch nur die vier Elemente und ihre nächsten Bildungen: Kohlensäure, Ammoniak und Wasser diejenigen, welche bei dem weitaus größten Verluste der verbrannten Pflanze an Gewicht in Beachtung kommen.

Mehr, als man lange Zeit annahm, hängt die Pflanze von der Luft ab, in welcher einige Arten (Luftarten, Gase) sich finden, die nicht bloß als allgemeine Existenzbedingungen (wie der Sauerstoff

z. B. zum Athmen), sondern auch als Nahrungsmittel im engeren Sinne dienen.

Das Thier lebt nicht von der Luft, oder von einer Art derselben, obgleich der Sauerstoff in Bildungen eingeht, die zuletzt materielle Substratmehrung geben. Die Hülfe desselben zur Substratminderung ist noch viel größer. Das Thier lebt von Pflanzen oder von Thieren und die Erdefresser sind nur Ausnahmen, wenn überhaupt nicht bloß Diatomeenfresser.

Die Pflanze aber kann von einigen Luftarten so sehr leben, daß bei einigen Luftwurzlern die ihr nöthigen Mineralbestandtheile durch den Wasserdunst der Luft gereicht werden können und verschwindend scheinen. Aber der Wasserdunst der Luft ist ziemlich wohl mit Mineralstoffen versehen und der Thau enthält auch bis zu 20 Milligramm Ammoniak in 1 Liter.

Nicht aber der Stickstoff und nicht der Sauerstoff selbst können, wie schon gesagt, als Pflanzennahrung gelten, wohl aber die Kohlensäure der Atmosphäre und das Ammoniak, wie die Nitrate, wohl auch Schwefelwasserstoff und Phosphorwasserstoffgas, auch mittelbar Kohlenwasserstoffgas. Den Gasen schließt sich der in der Atmosphäre zu 1 Procent dem Volumen nach immer vorhandene Wasserdunst in einer uns noch unbekannten Wirkungsweise an.

Die atmosphärische Luft, ein Gemenge von Gasarten und Wasserdunst, ist überall gleich zusammengesetzt. Sie ist rascher sich auszugleichen im Stande, als etwa der Ocean, dessen Zusammensetzung der Quantität seiner Stoffe nach viel mehr variirt. Die Hauptgemengtheile dieses die Erde an 6—7 Meilen hoch umfluthenden Luftmeeres sind Sauerstoffgas und Stickstoffgas. Ersteres macht z. B. den Branntwein (vielmehr den Alkohol darin) bei gehöriger Wärme und Fermentzugabe zum Essig, auch andere Körper macht es durch seinen Zutritt oft sauer, daher Sauerstoff, er verbindet sich unter Feuer und Flamme mit anderen, er ist selbst die hauptsächlichste Ursache des Verbrennens, daher Feuerluft; er dient zum Athmen von Thieren immer und von Pflanzen in der Nacht (die Kohlensäure anstatt seiner am Tage athmen) daher Lebensluft und endlich zerstört er alle organischen und unorganischen Körper unablässig, indem er die letzteren verwittert, die ersteren langsam oder schneller verbrennt, er wird daher am

besten Zehrluft, Zerstörer und Verzehrer genannt. Aber er behält ja nichts für sich, so wenig als das verzehrende Geschöpf auch, er bildet nur Neues und Anderes, er leitet die ewige Stoffmetamorphose besser und großartiger ein, als die meisten übrigen Stoffe, namentlich als sein so träger Genosse, der Stickstoff, der dafür auch der Erhalter genannt wurde, so gefährlich seine Name auch klingt.

Aber das Geschöpf will fortschreiten und seine Metamorphose durchmachen, es will lieber verbrennen und zu Grunde gehen als erhalten seyn und ersticken, es muß dieß eben.

Durch Athmen, Verbrennen, Faulen, Modern, Gährung und Verwitterung wird immer viel Sauerstoff auf der ganzen Erde gebunden, es wird zumeist Kohlensäure daraus. Aber wir sagten schon, daß die Pflanzen auch Kohlensäure athmen könnten und dabei den gebundenen Sauerstoff (ozonisirt?) wieder befreiten, zu ihrem Vortheil, da sie den Kohlenstoff, die so gewaltig im Pflanzenreich vorherrschende Kohle, die aus der Pflanzenzelle und ihrem Inhalt aus Holz entsteht, für sich behalten. Sie thun das Gegentheil von den Thieren, welche den Sauerstoff einathmen und einen guten Theil für sich behalten, um damit Kohlenstoffe zu verbrennen und als Kohlensäure wieder abzugeben.

Diese geben also Kohlensäure gegen den Sauerstoff zurück, jene geben Sauerstoff gegen Kohlensäure zurück.

In 100 Gemengtheilen atmosphärischer Luft sind dem Maße nach 21 Maße Sauerstoffgas und 79 Maße Stickstoffgas.

Dem Gewichte nach aber sind es 23 Gewichtstheile Sauerstoffgas und 77 Gewichtstheile Stickstoffgas, kleinere Beigaben ungerechnet. Aber das so wichtige Kohlensäuregas? davon hat man erst in 10,000 Maßtheilen Luft schwankend zwischen 5,74 und 3,15 Maße gefunden, im Mittel also 4,15 Raumtheile oder 6,4 Gewichtstheile, so also, daß in 10,000 Gewichtstheilen atmosphärischer Luft sich befinden:

2300,0 Sauerstoff (siehe oben),
7693,6 Stickstoff,
6,4 Kohlensäure,
10000,0

Wenn man die ganze die Erde umgebende Luftschichte im Gewicht

berechnet, so ergibt sich eine Summe von 5,163,653,000,000,000,000 Billionen Kilogramme.

Darin wären nun

1210,663	Billionen	Kilogramme	Sauerstoff,
3949,620	"	"	Stickstoff,
3,370	"	"	Kohlensäure,
5,163,653			

wenn man Unerhebliches ausgleicht.

§. 64.

Die Kohlensäure.

Diese Summe von Kohlensäure (3370 Billionen Kilogramm oder etwa doppelt soviel Zollpfunde) ist hinreichend, der ganzen Vegetation ihren Kohlenstoff zu liefern.

Wir sagen dieß, obgleich wir wissen, wie oberflächlich darauf basirte Rechnungen der Natur der Sache nach seyn können und obgleich wir wissen, daß der Kohlensäuregehalt der Luft so sehr schwankt. Aber daß die Menge hinreicht, beweist noch nicht, daß die Vegetation sie auch wirklich von da bezieht und so in der Zeit bezieht, wie die Land- und Forstwirthe sie brauchen.

Nach Regen ist der Kohlensäuregehalt der Luft gemindert, denn das Wasser absorbirt dieses Gas, auch die durch Regen erzeugte Erkältung des Bodens wirkt dazu mit. Ueber dem Meere und den Seen ist weniger Kohlensäure in der Luft, als auf dem Festlande, im trocknen Winter bei Frost mehr, als bei Thauwetter, in den Städten ist mehr, als auf dem Lande, auf den Bergen mehr, wie in den Thälern, wo viele Pflanzen beisammen stehen (Wälder) mehr, als ohne sie, mehr Nachts als bei Tage. Das Maximum erscheint durchschnittlich gegen Ende der Nacht.

Die Pflanzen athmen Nachts Kohlensäure aus. In der Nähe feuerspeiender Berge oder erloschener Vulkane mit Mineralquellen (Sauerbrunnen) oder Kohlensäureexhalationen überhaupt ist die Menge noch größer.

Wenn die Pflanzen Kohlensäure als Nahrung in Blätter und Wurzeln aufnehmen, sie zersetzen und daraus ihren Kohlenstoff beziehen und sie den Sauerstoff theils ausstoßen, theils anderweitig

benützen, so muß die Quelle derselben eine sehr große und reichhaltige seyn, da die gesammte Vegetationsmasse des Wassers und Festlandes eine gewaltige Summe von Kohlenstoff repräsentirt. Dennoch ist der Kohlenstoff der lebenden Vegetation nur ein mäßig großer Bruchtheil des Gesammtquantums, welches in den lebenden Thieren, in den Stein= und Braunkohlenlagern, in Kohlensäureexhalationen, in den organischen Beimengungen (bitumen!) der sedimentären Gebirgsformationen sich findet. Die Schätzungen des Gesammtkohlenstoffes der Natur gehen ins Nebelhafte und große Geognosten haben allein aus dem Gehalte der sedimentären Formationen an Kohlenstoff eine Schichte von etwa 46 Fuß Dicke um die Erdoberfläche herum abgeleitet und eine solche von 2,3 Fuß Höhe, wenn sämmtlicher Sauerstoff der Luft als von Zersetzung der Kohlensäure herkomme oder angenommen wird und endlich kaum von 1 Linie Dicke, wenn, wie Liebig annimmt, die gesammte atmosphärische Kohlensäure den Kohlenstoff liefert (2800 Billionen Pfund, nach anderen 4000 Billionen). Wenn man bedenkt, daß der Kohlensäuregehalt der Luft ein nach Ort und Jahreszeit, wohl auch Klima varianter ist, daß die Untersuchungen über den Kohlensäuregehalt der Luft in verschiedenen Höhen noch äußerst mangelhaft und die Größe der die Erde umgebenden Luftschichte noch Gegenstand der Polemik ist, so dürfen die auf so unsichere Voraussetzungen gegründeten Berechnungen und Annahmen wohl der Wissenschaft ziemend, aber auch als für die Praxis leicht schädliches Blendwerk angesehen werden.

Der Kohlenstoff, sowohl der im unorganischen, wie im organischen Reiche rührt wohl von zersetzter Kohlensäure her, diese ob von einem durch Glühhitze sie austreibenden Urkalke? Aber nur das Gegebene ist Gegenstand unserer Forschung. Auch in der Luft des Bodens findet sich viel Kohlensäure, mehr im gedüngten, als ungedüngten Lande (siehe oben).

Daß gleiche Flächen des Bodens nahezu stets die gleiche Menge Kohlenstoff hervorbringen auf Wald, Feld, Wiese, diesen Satz gegen den Bedarf der Pflanzen an Kohlenstoffverbindungen im Boden anzuführen, geht nur theilweise an, da gedüngte, mit Kohlensäurereichen Materialien versehene Flächen auch viel mehr Kohlenstoff produciren, obgleich die Kohlenstoffverbindungen im Dünger hiezu nicht absolut nöthig sind.

Ob die Pflanzen nur von der Kohlensäure der Luft ihren Kohlenstoff beziehen, namentlich die durch Kultur daran besonders reich gemachten? Nach Boussingault und Liebig scheint das so, nach darauf gestützten Berechnungen, wie viel eine Pflanze in einer gegebenen Zeit wirklich Kohlensäure aufnimmt und also daraus Kohlenstoff bilden kann, reicht diese Quelle weitaus nicht hin. Die Praxis mag sich daher immer noch ihre Quelle in der Düngerzufuhr offen halten. Vielleicht bewirkt gerade die Düngung und Bearbeitung eine reichlichere Absorption von atmosphärischer Kohlensäure, und darauf hin sind noch keine Versuche gemacht worden. Corenwinder hat inzwischen nachgewiesen, daß bei gedüngtem Boden die in der Nähe desselben befindlichen Pflanzentheile von einer sich stets erneuernden, mit Kohlensäure um so reichlicher gesättigten Atmosphäre umgeben sind, je höher die Temperatur der umgebenden Luft und je größer der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens ist, da von beiden die mehr oder minder rasche Zersetzung der im Boden befindlichen Düngsubstanzen abhängt.

Bei 8 Centimeter Dicke der Bodenschichte gab frischer Pferdemist nach vier Tagen binnen 24 Stunden 88 Litres Kohlensäure pro Quadratmeter. Welche enorme Quelle gegenüber dem Luftgehalt an Kohlensäure, besonders beachtenswerth, wenn wir bedenken, daß bis jetzt die Pflanzennährstoffe immer nur im Superfluum angewandt erfolgreich wirken.

Nach J. Reiset's Experimenten absorbiren organische Substanzen bei der Fäulniß an der Luft auch eine Menge Sauerstoff und erzeugen damit, und nicht bloß mit dem ihnen eigenen Sauerstoff Kohlensäure.

§. 65.

Ammoniak.

Der Stickstoff ist in neuester Zeit der fast alleinige Inhalt aller landwirthschaftlichen Düngerschriften geworden, er ist fast die essentia quinta der vegetabilischen Triebkraft im alten Style geworden. Nach Gräger enthält eine Luftsäule von 1 Quadratfuß Fläche 290 Milligramme bis 4,76 Gramme Ammoniak, in dessen Form der Stickstoff den Pflanzen allein zugeführt werden soll. Darin sind 3,921 Gramme Stickstoff, immer vorausgesetzt, was oben von

der Berechnung des Kohlensäuregehaltes gesagt wurde. Nach Ville's Versuchen wird kein Ammoniak aus der Luft, wohl aber deren Stickstoff aufgenommen. Nach Boussingault findet das Gegentheil statt. Bei dem Ammoniak als kohlensaurer Verbindung ist das ungeschwächte Hinaufreichen in die Luftsäule überdieß mehr als problematisch.

Liebig nimmt den Gehalt der Atmosphäre an Ammoniak zehnmal so groß an. [1]

Das Ammoniak kann sich nur bei längerer Trockenheit und in der warmen oder heißen Jahreszeit in der Luft erhalten, wo es indessen durch Verwesungs- und Fäulungsprocesse stickstoffhaltiger Körper — der Thierkörper zunächst — entsteht und oft frei wird als reines oder kohlensaures Ammoniak. Jeder Regen wäscht es aus der Luft, da es außerordentlich leicht von Wasser absorbirt wird.

[1] Boussingault fand in einem Liter Regenwasser bei 47 Bestimmungen (in den Vogesen) 0,79 Milligr. Ammoniak, in Paris beträchtlich mehr.

1	Liter Flußwasser enthielt nur	0,17	Milligr.	
1	„ Quellwasser „ „	0,09	„	
1	„ Brunnenwasser in Paris	0,34	„	
1	„ Thauwasser	1—6,00	„	(Keller.)
1	„ Schneewasser	1,78	„	
1	„ Schneewasser, wenn der Schnee auf Gartenerde gelegen	10,34	„	
	Einmal sogar in			
1	„ Nebelwasser	49,7	„	
1	„ „ in Paris	137,85	„	

Am Anfang enthält das Regenwasser am meisten Ammoniak, später immer weniger. Nach Boussingault entweicht das mit dem Regen herabgefallene Ammoniak bald wieder und wird so immer wieder die Quelle neuen Zuflusses bei neuem Regen. Beim Verdampfen des Flußwassers gehe ja gleich mit den ersten Mengen das Ammoniak weg.

Langsam fallender und kalter Regen sey ammoniakreicher (Bineau); die fortgesetzten neueren Untersuchungen Boussingault's bestätigten nur, daß der Ammoniakgehalt des Regenwassers keine constante Größe ist.

Nach Barral werden auf ein Hektare Fläche bei Paris im Monate November 1210 (etwa 3 Pfd.) Gramme Stickstoff geführt, darunter 551 Gramme als Ammoniak 659 Gramme als Salpetersäure.

Way fand neuerlich durchschnittlich in 1,000,000 Theilen Regenwasser nur 1,228 Theile Ammoniak (und 0,405 Salpetersäure).

Sonach fielen in Einem Jahre auf 1 engl. Acre nur 7,11 Pfund Ammoniak und etwa 6¾ Pfund Salpetersäure, und frühere Bestimmungen wären falsch gewesen!

Gräger fand bei Mühlhausen in 1,000,000 Gewichtstheile Luft 0,323 und Kemp sogar über dem irischen Meere 3,68. Fresenius durchschnittlich 0,133.

Eine zweite Quelle assimilirbarer Stickstoffverbindungen ist die Salpetersäurebildung bei Gewittern. Schon das Experiment zeigt die Möglichkeit, Stickstoff mit Sauerstoff mittelst elektrischer Funken zu verbinden. In den Tropen bei fast ständigen, elektrischen Entladungen in der Atmosphäre ließ sich dieser Vorgang als häufiger denken, aber er ist durch die Analyse der Gewässer bis jetzt dort noch nicht bewiesen, begreiflich noch viel weniger derselbe Vorgang in den früheren Erdbildungsepochen bei allüberall herrschendem Tropenklima (?).

Uebrigens sey das Ammoniak der Luft schon vor der Erscheinung des organischen Reiches in der Atmosphäre vorhanden gewesen, so wird angenommen.[1]

Da die meisten die Menge des atmosphärischen Ammoniaks für unzureichend halten, den Stickstoffgehalt der Pflanzen davon abzuleiten, so verfallen sie auf neue Quellen. — So erklärt Bischof, daß die auf krystallinischen Gesteinen wachsenden Pflanzen (Wälder) ihren Stickstoffgehalt (eben so wie den Kohlenstoff) bei offenbar unzureichender Ammoniakquelle von atmosphärischem Stickgas entnehmen zu müssen schienen (vergl. Ville und Chevreul). Der Stickstoff fehlt den krystallinischen Gesteinen gänzlich.

[1] Nur bei Gegenwart von Alkalien und alkalischen Basen gibt bei freier Einwirkung der Luft eine feuchte stickstoffhaltige Materie unter andern Produkten der Zersetzung auch salpetersaure Salze. Ob Ammoniak immer den Uebergang vermittle? Sicher aber ist das Ammoniak der Atmosphäre selbst eine höchst verbreitete Quelle zur Salpeterbildung, und da diese Bildung selbst durch Oxydation des Ammoniak in Materien vor sich gehen kann, die keinen Stickstoff enthalten, aber durch ihre Porosität jenes verdichten oder absorbiren können (Thon, Eisenerze), so ist insbesondere in wärmeren Ländern, in gut bearbeiteten Böden bei geregelten Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen diese Quelle reichlicher als sonst vorhanden und wirksam. 0,0004 Ammoniakgas in der Luft fördert bemerkbar die Vegetation, und H. Ville fand auch mehr Stickstoffgehalt in damit behandelten Pflanzen, als außerdem. In der Zeit der Blüthe der Pflanzen gegeben, verzögere es das Blühen, oder hebe es ganz auf, indem sich die Pflanzen mit Blätter bedecken, aber keine Früchte bringen; letzteres wäre noch exakt zu stellen. 1 Theil gesättigte Ammoniaklösung auf 20 Theile Wasser tödtet in wenigen Stunden selbst rübenartige Pflanzen.

Auch das Stickoxydulgas soll gleich dem Sauerstoff für Pflanzen athembar seyn.

Bekanntlich wurde von Kuhlmann angenommen, daß der Stickstoff der Salpetersäure (zunächst ihrer Alkalisalze) vor der Aufnahme durch die Pflanzenwurzeln in Ammoniak sich verwandle und nur so nähre. Dazu wirkten am besten desoxydirend mit in Gährung begriffene organische Körper. Aber die neuesten Versuche Boussingaults beweisen, daß die Nitrate der Alkalien (salpetersaures Kali und Natron, gemeiner Salpeter und Chilisalpeter) auch ohne Beiseyn verwesender, reducirender organischer Körper von den Pflanzenwurzeln aufgenommen wurden und eine Stickstoffquelle für dieselbe bilden.

Der Stickstoff der Luft kann sich mit dem Wasserstoff im Moment des Freiwerdens des letzteren zu Ammoniak verbinden, und ebenso kann er sich unter bestimmten Umständen mit dem Sauerstoff zu salpetriger und Salpetersäure verbinden. Es ist sogar neuerlich fraglich geworden, ob nicht den Pflanzen mehr Stickstoff durch Nitrate als durch Ammoniakverbindungen geliefert werden. Lockerung und Wendung des Bodens, Brennen desselben, Zusatz organischer Substanzen nebst alkalischen Stoffen, die Drainage selbst, Gegenwart poröser Körper, die Bildung von Cyanüren, vorzüglich die Luftelektricität u. A. gibt Grund genug zu solchen Annahmen.

Tabelle über den Ammoniakgehalt des Ackerbodens von Dr. Kroker.

Untersuchte Bodenarten.	Ammoniakgehalt in 100 Theilen lufttrockener Erde.	Specifisches Gewicht.	Ammoniakgehalt einer Bodenschichte fester Substanz, 0,25 Meter tief, auf 1 Hectare in Pfunden.
Thoniger Boden vor der Düngung . . .	0,170	2,39	20314
Thoniger Boden	0,163	2,42	19723
Ackerkrume eines Bodens von Hohenheim .	0,156	2,40	18720
Untergrund desselben Feldes	0,104	2,41	12532
Thoniger Boden vor der Düngung . .	0,147	2,41	17713
Thoniger Boden vor der Düngung . .	0,149	2,41	17953
Zu Gerste bestellter Boden	0,143	2,44	17446
Thoniger Boden vor der Düngung . . .	0,139	2,41	16749
Lehmiger Boden vor der Düngung . .	0,135	2,45	16537
Lehmiger Boden vor der Düngung . .	0,133	2,45	16292
Nie gedüngte Erde aus Amerika . . .	0,116	2,18	12644
Sandiger nie bebauter Boden	0,096	2,50	12000
Ausgegrabene lehmige Erde	0,088	2,5	11000
Sandiger nie bebauter Boden	0,056	2,51	7028
Fast reiner Sand	0,031	2,61	4045
Mergel	0,0988 0,0955 0,0768 0,0736 0,0579 0,0077 0,0047	2,42	11952 11552 9288 8904 7004 931 568

Indessen enthalten nach J. Reisets Untersuchungen die Ammoniaksalze und Nitrate, welche bei der langsamen Verbrennung oder Fäulniß organischer stickstoffhaltiger Körper entstehen können, nicht mehr in Summa die ganze Menge Stickstoff, die ursprünglich in den Materien selbst vorhanden war, es entwickle sich bei der Fäulniß des Düngers immer auch freier Stickstoff. [1]

[1] v. Liebig hat neuerlich die unerschöpflichen Stickstoffquellen in der Luft und dem Boden zum Ausgangspunkt einer Würdigung der Bedeutung des Stickstoffes für die Pflanzenernährung und der darauf gebauten übertriebenen Behauptungen genommen. (Zur Theorie und Praxis der Landwirthschaft.)

§. 66.

Humus.

Ob nun nicht auch organische Verbindungen, Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, wie Zucker, Gummi, Schleim, Oele oder mit Stickstoff, wie Alkaloide, Eiweißkörper, Harnstoff und Harnsäure, Hippursäure, oder endlich die Reihe brauner Huminverbindungen und deren Lösungen, die beim Zersetzen des Organischen, gleichsam schwebend zwischen organischen und unorganischen, entstehen — in die Pflanzen als Nahrungsmittel — sie selbst und nicht ihre Zersetzungsprodukte, eingehen, das ward lange behauptet, bestritten und theils ganz, theils nur halb verneint.

Nimmt die zweite Zelle von der ersten am Saugwurzelende schon assimilirte, also organische Substanz auf, warum soll nicht die erste schon können, was offenbar die letzte am Stammende so vollkommen kann, meinten Botaniker. Leben nicht zahllose Moorpflanzen gerade charakteristisch nur im Humusextracte der Torfbildungen und deren Metamorphosen? Nicht viele Schmarotzer nur aus den assimilirten Stoffen ihrer Unterlagen? Oder nur von den Salzen derselben? erwiderten die Gegner. Und viele Kryptogamen scheinen auch Wolff eine Ausnahme zu machen.

Von allen hiehergehörigen Behauptungen ist offenbar die wichtigste für die Praxis jene, welche den Humus als solchen zur Pflanzennahrung erklärt. Die Anhänger dieser Ansicht nennt man Anhänger der Humustheorie und sie zerfallen in zwei Klassen, in solche, welche die Humuslösungen im Allgemeinen als nährend bezeichnen, und solche, welche weniger jene als die physikalischen Wirkungen und die Produkte der Zersetzung des Humus betonen. Letztere sind offenbar auf dem Wege zu Concessionen begriffen. Da der neuen Chemie noch immer die große Masse der verständigen und unverständigen Praxis gegenüber steht und den Humus, wenn auch mit Offenhaltung vieler Concessionen, hoch hält, auch die Stickstoff- und Kohlensäurequellen im Boden zum höchsten Ansehen wieder gekommen sind, so muß diese Frage gründlich besprochen werden.

Die Pflanzenzelle ändert beim Durchgang die ihr gebotenen Nahrungsmittel sogleich, assimilirt oder verändert sie bis zum Nichtwiedererkennen.

Somit werden theoretische Gründe vorerst im Kampf voranstehen müssen. Zu diesen gehören nun folgende: Ein Hektar tragbaren Landes (Wiese, Wald oder Ackerland) producirt durchschnittlich jährlich 1800 Kilogramme oder das doppelte Zollpfunde Kohlenstoff, wenn er dieses große Quantum jährlich aus dem Boden nehmen muß (also zunächst 60 Procent Kohlenstoff enthaltenden Humus), so wird der Boden zuverlässig bald daran erschöpft seyn, außer es würde ihm dasselbe Quantum immer wieder zufallen, was nicht einmal im Naturzustande, noch weniger in jenem der Kultur, d. h. der Aberntung, der Fall ist. Ein enormes Quantum Kohlenstoff wird durch Athmung, Verbrennung und Verwesung — welche drei Processe die größte Aehnlichkeit haben — in Kohlensäure umgewandelt und in die Atmosphäre gebracht, also dem Boden, auf dem es erzeugt wurde, entzogen. Rührt der Kohlenstoff der Pflanze von Humussäure her, die man zu 58 Procent Kohlenstoffgehalt annimmt, so kann dieß aus Gründen der Löslichkeit dieser Säure, die hiezu 2500 Gewichtstheile Wasser fordert, nicht seyn. Es kommen z. B. auf 40,000 Quadratfuß in Südbayern in 120 Vegetationstagen 2,447,000 Pfund Wasser, welche durch Humussäure erst 567 Pfund Kohlenstoff brächten, während wir 2—4 mal soviel ernten. Die Humate sind nicht mehr, meistens aber viel weniger löslich.

Nach Saussure beträgt der jährliche Verlust der Dammerde durch die Verwesung 2 Procent, welche zunächst der humusartigen Substanz entstammen, was freilich nur für besondere Fälle richtig seyn kann. Wald und Wiese gaben seit historischen Zeiten fast überall zahllose Ernten, der Kohlenstoff derselben ward nicht im Humus zurückgebracht, aber immer erzeugen diese Flächen neue Kohlenstoffmassen in ihren Produkten. Ja da, wo sie ihnen nie entzogen wurden, wie im Urwald und der Urwiese (Prairien) hat sich der Kohlenstoff oft bis zum schädlichen Uebermaß angehäuft. Und selbst, wenn in den Heerden der Pampas oder der Alpenmatten enorme Massen von Kohlenstoff (und Stickstoff) alljährlich letzterem entzogen werden, so sehen wir keine größere, in der Zeit erweisbare Erschöpfung derselben. Wie viele Pflanzen wachsen im sterilsten Sande oder auf felsigem Grunde, oft in Massen, wie Föhren, Riedgräser, Sandrohre ꝛc. und geben enorme Quantitäten Kohlenstoff seit Urzeiten?

Wenn der Humus auch als Kohlensäure und Ammoniakquelle für die künstliche Vegetation von großer Bedeutung ist, so wird er doch im Großen und Allgemeinen von der Kohlensäurequelle, welche die Luft bietet, weit übertroffen.

Ob nicht am Ende wenigstens eine kleine Menge Humus für die Pflanzen nöthig sey? Ob nicht wenigstens in Form der humussauren Salze?

Aber, so wird entgegnet, wie viele Pflanzen sehen wir auf völlig humusfreiem Felsgesteine in losem Sande, auf Mauern und an Wänden wachsen, wie viele Pflanzen, auch Kulturpflanzen und üppig die Rebe, gedeihen in der durch Feuer aufgeschlossenen, aber humusfreien Lava? Wohl die Hälfte alles kultivirten Landes der Erde wird nie gedüngt, sondern nur mittelst Bewässerung oder die tropischen Regen, die Wintergüsse im europäischen Süden, fruchtbar gemacht. Boussingault, Wiegmann und Polstorff, Wolff, Salms Horstmar u. A. zeigten durch direkte Versuche, daß man Pflanzen ohne alle organische Materie, in völlig humusfreiem Boden zur vollen Entwicklung bringen könne und die letzte Phase dieser gelehrten Deduktionen schloß mit der Behauptung, daß der Humus keine direkte Ernährungsfähigkeit für alle Kulturpflanzen und für die meisten anderen Gewächse habe, ein Satz, den auch zuerst Liebig scharf und genügend bewies.

Allein gerade dem Pflanzenphysiologen, der weiß, daß nur in Wasser Gelöstes in die Pflanzenwurzeln eingehen kann, widerstrebt dieser Schluß, wenn er an die oft schwerlöslichen, aber doch gelösten humussauren, alkalischen Erden, an die humussauren Doppelsalze, an die großartige Fähigkeit der Pflanzen Nahrungsstoffe sich substituiren zu lassen, an die Nothwendigkeit, für Pflanzennahrung gerade nur sehr schwache Lösungen zu bieten, da die concentrirten so leicht schädlich wirken, endlich an das Verhalten vieler Cryptogamen, Parasiten und eigentlichen Humuspflanzen, die außer den Mooren bei allen Salzen derselben gar nicht wachsen, denkt. Auch stehen den Hauptsatz beschränkend andere nicht minder gewichtigere Männer entgegen, wie Saussure, Mulder, Soubeiran und viele wissenschaftliche Landwirthe selbst.

Daß an der ätzenden und zerstörenden Kraft der Düngerjauche nicht das humussaure Ammoniak (Wolff), sondern das freie oder

kohlensaure die Schuld trägt, wird wohl nicht widersprochen werden und sauren Humus, d. h. freie Humussäure, wie man oft anführt, haben auch die alten Humustheoretiker noch nicht als Pflanzennahrung empfohlen.

Mit Sand allein und mit Erde kann man Humuslösungen zwar bedeutend verdünnen, d. h. jene entziehen dem gelösten Körper sehr viel, aber am Ende nicht Alles, und die Diffusion von Mineralsalzen wird durch dieselben nicht minder alterirt, wie Thompson und Way deutlich gezeigt haben. Die Diffusion ist ja nach den Graham'schen Versuchen sogar ein Zersetzungsmittel.

Die große Schwierigkeit liegt in der schwachen Kenntniß, die wir noch von den auf der Stufe der organischen Umwandlung zu Unorganischem stehenden Huminkörpern besitzen. Uns scheinen nach theoretischen Prämissen allerdings die humussauren Verbindungen als in die Pflanzen eingehend angesehen werden zu müssen. Damit ist noch nicht gesagt, daß sie die alleinigen Kohlenstoffquellen für die Pflanzen sind!

Beim Verwesen organischer Substanzen, Thiere und Pflanzen und deren Theile werden die elementaren Kräfte wieder reiner thätig, als sie es im Organismus, der sie für sich fesselte, vorher waren, es verbindet sich der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff der Substanz zu Kohlensäure, der Wasserstoff mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser, unter Verhältnissen auch der Wasserstoff mit dem Stickstoff der Luft zu Ammoniak. Aber wie beim raschen Verbrennungsproceß, etwa durch trockene Destillation organischer Körper eine große Zahl von Zwischenstufen, von intermediären Bildungen erzeugt werden, so bei dem langsamen oder der Verwesung eine Reihe von schwarz oder braun aussehenden, pulverförmigen, die Lösungsmittel gelbfärbenden Substanzen, Humin-, Gein-, Ulmin-, Quell- und Quellsatzsäuren genannten Stoffe und Verbindungen derselben von zweifelhaft chemischen Werthe; die Anwesenheit von Mineralstoffen in ihnen bedingt insbesondere viele Erscheinungen des Vorganges.

Ein mit Asbest zur Nachahmung einiger physikalischer Eigenschaften des nassen Torfes angefülltes Glas ward mit Schoenus nigricans und Pinquicula alpina bepflanzt, mit destillirtem Wasser, dem nur Asche von demselben Torfe zugesetzt wurde, beständig in der Moorfeuchtigkeit erhalten, das Ganze mit einem Sturzglas

bedeckt. Pinquicula blühte, verkümmerte und starb ohne Samenbildung, Schönus aber existirte Jahr und Tag, jedoch kümmerlich. Dennoch bildete er viele gracile, dünne Blattröhrchen während dieser Zeit.

Eine sich zu Versuchen behufs der Ermittlung von Absorptionen von mancherlei Art besonders gut schickende Pflanze ist **Rumex obtusifolius**, der leicht ohne Verletzung der Wurzeln aus seinem Schlamm auszuheben ist, leichter als **Polygonum Persicaria** selbst. Wir stellten zwei solche völlig unverletzte Pflanzen in wohlbedeckte Glascylinder, in Nr. I. 200 Milligramme humussaures Natron in zweimal destillirtem Wasser gelöst, in Nr. II. bloß destillirtem Wasser. Dieß geschah am 31. Merz 1855.

Am 10. April zeigte sich eine größere Klärung des Wassers in Nr. I., das Gefäß Nr. II. ohne Pflanze war trüber und blieb dieß bis zu Ende des Versuches. In ihm zeigten sich am 3. Mai sehr häufig **Protococcus major**, während im hellen Nr. I. sich erst später nur am obern Rande der Flüssigkeit wenige Protococcus zeigten.

Die Vegetation des Rumex störte die Entwicklung des Protococcus. Die braune Farbe beider Flüssigkeiten blieb sich gleich. Nach drei Monaten schien die bis jetzt gut vegetirende Pflanze schwach zu werden. Kein frischgetriebenes Blatt war indessen älter als drei Wochen geworden. Nunmehr verfielen die Blätter sogleich einer trocknen Humifikation innerhalb des Cylinders. Das noch grüne Blattgewebe zeigte sich unterm Mikroscop sehr chlorophyllarm, aber reicher an Spaltöffnungen, als die im Freien wachsenden Genossen. Der Versuch wurde nun geschlossen. Die Asche des im natürlichen Zustande gewachsenen **Rumex obtusifolius** vor dem Schossen — also Blätter und Wurzel — enthielt in 100 Theilen

11,44 Kieselerde und Kohle,
1,19 Natron,
4,29 Kali.

Die Asche des im humussauren Natron gewachsenen **Rumex obtusifolius** ergab aber 26,28 mittelst antimonsauren Kali's bestimmtes Natron. Von den eingebrachten 200 Milligrammen humussauren Natrons waren 120 Milligramme unverändert geblieben. Es fehlten 80 Milligramme. Da nun ein großer Theil des Humin in die

unlösliche Form übergegangen war, so mußte dieß durch Entziehung des lösenden Natron geschehen seyn. Die Humate sind eben Salze ganz besonderer Art.

Die Humussäure fällt auch nicht aus der Lösung bei einfacher Neutralisation derselben, z. B. durch Sättigung des Alkali mit Salzsäure, sondern erst nach Zusatz eines Ueberschusses der Säure. Sie ist somit auch ohne an das Alkali als Salz gebunden zu seyn, löslich, ähnlich der Kieselsäure in ähnlichen Verhältnissen oder dem Caseïn aus den organischen Reihen.

Wenn man eine gewöhnliche von humosen Substanzen abfiltrirte Flüssigkeit, von altem Baumlaub, von Baumerde u. dergl., so lange sie neutral oder gar schwach sauer reagirt, mit einer stärkeren Mineralsäure (Salzsäure) versetzt, so klärt sich das Fluidum etwas, es bildet sich aber kein Niederschlag.

Wenn das Fluidum aber alkalisch reagirt, oder es wird der humosen Substanz nur etwas Aetzkali oder Natron zugesetzt, dann wird sie dunkler, aber nicht trüber, die Alkalien lösen neue organische und selbst die färbende halbgelöste Substanz auf, und diese, wenn jene durch Säurezusatz neutralisirt werden, fallen nun aus. Sie bilden zunächst die Humussäure.

Und nicht bloß an exquisit humosen Substanzen, an allen getrockneten vordem grünen Pflanzentheilen, auch am Thee, begreiflich noch besser am halb verkohlten Kaffee, zeigt sich dasselbe. Und in dem Momente der Lösung gewisser organischen Substanzen durch Alkalien bilden sich jene Verbindungen, welche als Pflanzennahrung, als Salze, Kohlensäure, Ammoniak oder salpetersaure Verbindungen ganz besonders sich wirksam zeigen, wohl am günstigsten zur Diffusion kommen. Und der gemeine Mann düngt wirklich sehr erfolgreich seine wie freundliche Laren das Fenstersims schmückenden Blumen, gewaltige Geranien, zartes Basilikum oder steifen Rosmarin mit Kaffeesatz.

Das Richtige unseres Urtheiles zu begreifen, ist nothwendig, sich zu erinnern, daß auch in den vertrockneten Zellen der Pflanzen (z. B. dem Baumlaub, dem Heu, dem Stroh) neben dem Zellstoff der Wand und ihre incrustirenden Substanzen noch viele leicht lösliche Salze vorhanden sind. Der ausgepreßte Saft des Grases, das

mit Wasser gekochte Stroh beweisen es nicht minder, als der Saft der Kartoffeln und Rüben. Die durch gelindes Eindampfen von Pflanzensäften bei Luftzutritt erhaltene schwarzbraune Substanz, bei allen Pflanzensäften ähnlich, ein Extraktivstoff der Schule ist der durch Einwirkung der Luft auf organische Körper erhaltenen, schwarzen, humusgenannten Masse höchst ähnlich, schwerlöslich in Wasser, leicht löslich mit Hülfe der Alkalien.

Sind neben diesen durch die Vermittlung der Alkalien, die Neues lösen und die Absorption des Sauerstoffs fördern, frei werdenden Produkten der Verwesung organischer Substanzen nicht vor Allem die zuerst frei werdenden zur Diffusion sich bietenden Salze und Incrustationsmaterien des Zellinhaltes in Rechnung zu ziehen, lange noch bevor die „Holzfaser“ selbst an die Reihe kommt?

Daß organische Substanzen, wenn auch fruchtlos, d. h. ohne nährende Kraft von den Wurzeln aufgenommen werden, also diffundiren, zeigten uns wie Anderen Versuche.

In 310 Cubikcent. destillirten Wassers wurden 500 Mgr. Gummiarabicum gelöst und unter Einfluß der Vegetation von Sium latifolium mit völlig unbeschädigten Wurzeln zwei Monate lang sich selbst überlassen (Mai und Juni). Nach dieser Zeit fanden sich nur mehr 310 Mgr. Gummi. Dasselbe war etwas gebräunt, leichter löslich als sonst. Eine enorme Zahl von Protococcus major hatte sich zugleich entwickelt.

Eine gemeine Zwiebel (Allium cepa) der größeren, länglichen, spanischen Abart wurde in einen unten offenen und an den Seiten mit Löchern versehenen Topf gepflanzt. Dieser Topf ward in eine große Schale gesetzt. Beide, Topf und Schale, wurden mit guter Gartenerde versehen.

Die Zwiebel trieb bald lange, den Monocotylen eigene vorerst ungetheilte Wurzeln, welche aus den Seitenlöchern des Topfes hervortraten und hier von der lockeren Gartenerde leicht entblößt werden konnten.

Eine solche Wurzel vollkommen unverletzt und in vollem normalen Diffussionsverhalten, ward in ein Gläschen mit Wasser, worin 100 Mgr. reiner Harnstoff gelöst waren, gebracht und hier 24 Stunden bei 12—18^{0} R. belassen.

Nach dieser Zeit ward die Harnstofflösung, die in keiner Weise

ein Zeichen von Zersetzung zeigte, langsam abgedampft und der Rückstand gewogen. Er zeigte 95 Mgr. Also eine in die Fehler möglicherweise fallende oder der beginnenden Zersetzung und Ammoniakbildung zuschreibbare Differenz von nur 5 Mgr. (siehe unten).

§. 67.

Schlüsse.

Ueberblicken wir endlich Alles zusammen, was in der sogenannten Humustheorie sich der wissenschaftlich gemachten Erfahrung zur Verfügung gestellt hat, so wird vorerst klar, daß die spätere Entwicklung der Theorie der Humussäuren nach Sprengel, dann selbst nach Mulder nebst den Humaten, Geaten, Ulmaten, Krenaten und Apokrenaten von besonderer Bedeutung zur Erklärung der Pflanzennahrung und Pflanzenernährung nicht seyn kann.

Auch ist die Zusammenfassung aller braunen oder braunschwarzen Zersetzungsprodukte organischer Körper in eine Gruppe von Huminkörpern verschiedener, aber nicht konstanter zur Bildung chemischer Individuen hinreichender Eigenschaften den Anforderungen exakten Forschens zuwider.

Ob aber doch die ältere Lehre der Landwirthe, die von Humussäure und deren Salzen keine Notiz nahmen, auch nicht den Kohlenstoff in den Pflanzen von ihnen ableiteten, sondern nur das Produkt der Fäulniß und Verwesung organischer Körper als reiche Quelle von Pflanzennahrung und obersten Regulator des physikalischen Verhaltens des Bodens ansahen, ob dieser einfache der Praxis schon genügende Satz Anfechtung verdient, das geben wir nur insofern zu, als die weitere Erforschung des Wesens einer solchen Nahrungsquelle, des Modus ihrer Wirksamkeit (Kohlensäure-, Ammoniak-, Salpeterbildung) Aufgabe war und wissenschaftlich gefordert werden konnte, wie denn auch große Vortheile für die Praxis erzeugte. Dann ist auch die Bemerkung begründet, daß es unrichtig ist, wie doch allgemein geschieht, unter Humus sich nur das Produkt verwesender Pflanzenfaser (oder Holzfaser) vorzustellen.

Die einfachste Beobachtung des im Herbste abfallenden Laubes unserer Bäume zeigt, daß dieselben sehr rasch sich bräunen und dann nur mit warmem und kaltem Wasser behandelt, stark braun

färbende Extrakte geben, die als Humate angesehen die Humussäure auch fallen lassen. Aber das Mikroscop zeigt nun noch völliges Unverletztseyn der Zellenwände des Parenchym, die braunfärbenden Huminsubstanzen finden sich innerhalb der Zellen, es ist Zellinhalt, die incrustirenden Substanzen, die zuerst der Verwesung anheimfallen, sie selbst durch die alkalischen Stoffe des Inhaltes leichter löslich gemacht, die gelösten Salze des Parenchyms dazugebend. Die eigentliche Holzfaser, die freilich vielfach imprägnirte Cellulose kommt erst viel später in den Kreis der Verwesung und ist nicht ausschließlich Substrat der Bildung von Humus, im Sinne der älteren Landwirthschaft.

Als größter Theil der Pflanzensubstanz aber ist allerdings die Holzfaser eine langandauernde Quelle von Kohlensäure. Sie verwandelt ein ihr gebotenes Volumen Sauerstoffgas in ein ebenso großes Volumen Kohlensäure so lange fort, bis sie sämmtlichen Kohlenstoff verloren hat. Auch andere Bildungen nehmen an dieser Zersetzung Antheil. Um jedes Stückchen Humussubstanz ist eine kohlensäurereiche Atmosphäre, in welcher die feinsten Wurzelenden schwelgen.

Wir können den Ertrag unserer Felder an Kohlenstoff und Stickstoff durch Zufuhr von Kalk, Mergel oder Asche nur dann und so lange mehren, als auch im Boden neben der Atmosphäre Quellen hiefür eröffnet sind. Abgesehen von der physikalischen Wirkung zehrt daher der Aetzkalk das Feld aus, der Mergel mergelt es aus, Asche und Guano erschöpfen es rascher. Je ungünstiger (kälter) das Klima für die Kultur einer Pflanze ist, um so mehr Kohlenstoff- und Stickstoffquellen müssen im Boden derselben geboten werden.

Anhang.

§. 68.

Die Speisezeiten der Pflanzen.

Es ist der Theorie nach gewiß, daß die Pflanzen nicht zu jeder Zeit dieselbe Nahrung in gleicher Menge, vielleicht auch überhaupt brauchen. Stickstoffverbindungen wirken offenbar in der Zeit der Entwicklung der Appendikularorgane und des Stammes, in der Zeit prädominirender Zellbildung ohne Ablagerung innerhalb derselben

am besten, daher datirt ihre „treibende Kraft", — lösliche Phosphate mehr in der Zeit des Schoßens der Cerealien, wo es auf die Samenbildung zugeht, bei den Rüben (Turnips) auch zur ersten Zeit; ihre Wurzel bildet in dem Depositum der Zellen gleichsam die Frucht, deren Vorräthe im kommenden Jahre zur Samenbildung verbraucht werden. Bei zweijährigen Pflanzen dürfte dieß in ähnlichen Fällen sich wiederholen und man hat dann nicht nöthig, andere Stoffe des Knochenmehles ꝛc. als die Ursache seiner Wirkung zu suchen.

Die Versuche mit einer fractionirten Guanodüngung haben gezeigt, daß bei Vertheilung der Düngergabe auf verschiedene Zeiten, insbesondere auf die Zeit des Schoßens günstigere Resultate erzielt wurden, als bei einmaliger voller Anwendung des Düngerquantum gleich anfangs.

Die Atmosphäre mag als Stickstoffquelle (Ammoniak, salpetrige Säure) zur Samenbildung genügen, und die Natur mag hier für die nothwendigste Quelle ihrer Fortdauer in den Arten am meisten vorgesorgt haben, aber zur besseren Ausbildung der Stengel und Blätter genügt sie nicht, obgleich wohl zu einer mäßigen, naturgemäßen.

Die Lehre von der fractionirten oder getheilten Düngung ist großer Ausbildung fähig. Bis jetzt handelt der Landwirth, der für drei Jahre, für den Winter (als ohne Wachsthum) wie für den Sommer gleich seinen Acker auf einmal düngt und Wurzel-, Blatt- und Körnerfutter mengt, ohne zu unterscheiden, was er von jenen Organen ernten will, er handelt wie ein Viehhalter, der einer Kuh monatlich 6 Ctr. Heu, aber auf einmal hinwerfen, sie alle Monate oder gar Jahre nur einmal füttern wollte, jedoch mit dem treffenden Quantum.

Die Kosten der Kunstdünger machten wohl zuerst auf eine passendere Verwendung derselben aufmerksam und schon jetzt haben wir manche brauchbare Andeutungen dazu. Außer den obengenannten Versuchen hat Stöckhart neuerlich im chemischen Ackersmann einen colorirten Lebenslauf des Habers gegeben, gemäß welchem sich Schlüsse ergeben, die sehr wohl die Hoffnung gestatten, man werde Futterzeiten der Pflanzen aufzustellen und so ein erhebliches Quantum von Dungkraft zu ersparen im Stande seyn.

Die Gefahr bei zu langsam wirkenden Düngermaterialien, Zinsen

und Kapitaltheile selbst zu verlieren, drängte zur Aufstellung des Satzes, daß die schnellwirkendsten Düngermaterialien auch die vortheilhaftesten seyen, da sie das Betriebskapital des Landwirthes vermehrten.

Nur zwei Bedenken können diesen Satz bei der Durchführung beschränken, nämlich der dabei nicht minder wie bei dem langsam wirkenden eintretende große Verlust an Düngstoffen, weil schnell wirkendste auch leichtlöslichste Stoffe seyn müssen und dann die Nothwendigkeit, daß Gewinne dauernd seyen, insbesondere in der Landwirthschaft, welcher bekanntlich nicht die Höhe, aber wohl die feste Dauer der Kapitalzinsen wesentlich und auszeichnend ist.

Das bedeutendste Kapital des Landwirthes ist aber sein Grundkapital, begreiflich nicht der Fläche an sich, sondern der darin befindlichen Kraft, Pflanzen zu erzeugen, wegen. Diese Kraft als physikalische oder chemische Bodeneigenschaft näher definirt, besteht am Ende vorzugsweise in nährenden Mineralbestandtheilen oder schon früher durch die Kultur gegebenen organischen Resten, nebst Stickstoffverbindungen (und Humus), deren allzurasche Lösung zwar große plötzliche Erfolge erzielen kann, die aber bei nachkommender Erschöpfung selbst durch die höheren Zinsen des raschgemachten, größeren Gewinnes, am wenigsten bei fallenden Produktenpreisen, die ohnedem nur eine solche forcirte Wirthschaft möglich machen, den entstandenen Verlust nicht mehr ausgleichen. Kommen dazu Täuschungen durch Schlüsse, welche von dem Ertrage einiger Quadratfuß Fläche in einem Garten auf den Morgen im freien Felde angewandt werden, so ist die Gefahr falscher Rechnung noch größer, und der Spruch von den bekannten Folgen des Mergels kann eine neue Form und Bedeutung gewinnen.

Das aber kann nicht abschrecken, alle Behelfe der Wissenschaft dennoch anzuwenden, um so mehr, wenn Versuche das Gefahrlose der Operation gezeigt haben und neue Methoden der Anwendung dasselbe sehr zu vermindern versprechen. Und dazu rechnen wir eben die Feststellung einer Tafelordnung gleichsam — der fraktionirten Düngung — der Pflanzen. Der Ausdruck „forcirte Wirthschaft“ hat dann im wirthschaftlichen Sinne die beste Bedeutung.

B. Im künstlichen Zustande.

I. Dünger.

§. 69.

Eintheilung.

Der Lehre von der Pflanzennahrung muß jene des Düngens unmittelbar folgen, denn es gibt keine andere Theorie der Düngung als jene. Erst wenn diese praktische Ernährungslehre abgehandelt ist, kann von der weiteren Verwendung der Nährstoffe innerhalb der Pflanze zur Bildung sogenannter organischer Substanzen mittelst der Akte des Keimens, des Wachsens und der Fruchtbildung die Rede seyn.

Düngen heißt, Stoffe der Pflanze zuführen, welche sie direkt oder indirekt zur Ernährung verwendet.

Wer seinen Pflanzen Wasser gibt, wer Ammoniak oder Nitrate zuführt, wer Quellen von Kohlensäure oder Ammoniak in irgend welcher Form gibt, Salze von den Pflanzen wesentlichen Alkalien und Erden dem Boden einverleibt, ja noch mehr, wer durch gutes Bearbeiten des Bodens die Lösung pflanzennährender Stoffe desselben vermehrt, wer bracht, leer oder voll, der düngt (im letzten Falle indirekt) ebensogut, wie wenn er Fuhren von Stallmist, dem trefflichsten Compler düngender Substanzen, auf das Feld bringt. Erweitert sich das Gesichtsfeld in dem, was Pflanzennahrung ist, so erweitert sich auch die Erforschung neuer Düngungsmittel. Diese aber sind die wichtigsten Faktoren des landwirthschaftlichen Betriebskapitals, welches die Kapitalnutzungen, d. h. die Zinsen liefert. Man begreift also deren Wichtigkeit.

Die Düngemittel sind ursprünglich einfache und zusammengesetzte, zu den ersteren gehören in der Regel die Mineralstoffe (unorganische), zu den zweiten die Excremente, Pflanzen- und Thiertheile (organische). Daß man sie bei der Anwendung aufs manchfachste oft mischt, ist ebenso überflüssig zu bemerken, als daß das Wort „einfach" sich nicht auf den chemischen Begriff bezieht. Die Elemente sind für sich nirgends Pflanzennahrung, sie werden es erst in Verbindungen.

I. Düngemittel mit direkter Wirkung (direkte Diffusion durch die Zellen ohne Vorbereitung).

1) Nitrate (z. B. Kalisalpeter, Natronsalpeter oder Chilisalpeter, salpetersaures Ammoniak, salpetersaurer Kalk oder gemeiner Saliter).

2) Phosphate (Apatit oder Phosphorit nebst Osteolith und Koprolith, Knochenerde, phosphorsaures Natron).

3) Karbonate (z. B. kohlensaures Ammoniak, Kali und Natron, Asche, Mergel).

4) Sulphate (Gyps, schwefelsaures Ammoniak, Glaubersalz, Eisenvitriol).

5) Chlormetalle (Chlorammonium oder Salmiak, Chlornatrium oder Kochsalz).

6) Humate (humussaures Ammoniak).

* Silikate? gebrannter Thon, kieselsaures Kali und Doppelsilikate?

II. Düngemittel mit indirekt nährender Wirkung (erst durch Gährung, Fäulniß, Verwesung und Vermoderung frei werdende nährende Substanzen zur Diffusion bereitend. Ihnen kommt auch besondere physikalische Wirksamkeit zu).

1) Excremente der Thiere (feste und flüssige, Stalldünger, Guano, Poudrette, Urate, künstlicher Guano).

2) Thierische Abfälle (Blut, Fleisch, Knochen, Horn ꝛc.).

3) Pflanzentheile, a) Streumaterialien, Waldstreu, b) Gründüngung, c) Oelkuchen, Malzkeime.

III. Gemischte Dünger (Composte, Aschen, Rasenaschen und zahllose andere).

Dieser Eintheilung mache ich selbst den Vorwurf, daß sie die so wichtigen Basen zu sehr zersplittert und nicht vereinigt erhält, was zusammengehört, z. B. die Ammoniaksalze oder die Alkalien.

Aber einmal ist über die Wirkungsweise dieser Verbindungen im besonderen noch nicht sehr viel bekannt und oft noch bestritten, ob die Wirkung der Base oder der Säure zufällt, oder welcher die größere, und dann versprechen die Säuren bezüglich der Stoffbildungslehre selbst mehr Aussicht auf höhere Stellung, endlich ist eine andere Eintheilung uns verwickelter erschienen, ohne den Raum für beliebige neue Einstellungen zu bieten.

Wir gehen nun daran, die Erfahrungen mitzutheilen, welche bezüglich dieser Düngemittel gemacht wurden. Sie sind sehr zahlreich

vorhanden vorzüglich aus der neuesten Zeit, in welcher diese Frage alle übrigen beherrschte, aber nicht einmal von Seite der Wissenschaft mit jener Vollendung gewonnen, wie es das Streben zum Exacten hätte gebieten sollen. Oft begleitet den Versuch nicht einmal eine Bodenanalyse, geschweige erst eine wissenschaftliche Angabe über Wärme- oder Feuchtigkeitsquantum in der gegebenen Zeit; wenn auch Maß und Gewicht benützt wird, so fehlt doch die Controle der Lösungen, welche den Pflanzen geboten waren. So denn ist mit Sicherheit nicht zu sagen, ob bei den sehr verschiedenen Versuchen auch der gerade zum Experiment benützte Körper das ihm Zugeschriebene geleistet hat, noch weniger, wie er es leistete und unter welchen Bedingungen, was dabei zufällig war, was Theil eines durch die Nothwendigkeit verkitteten Schlusses. Daran trägt indessen die Art des Fortschrittes selbst, nicht der Wille der Experimentatoren die größte Schuld.

Daß aus diesen Lücken der Versuche das Abweichende in den Resultaten quillt, jene Trostlosigkeit der landwirthschaftlichen Discussion, die unter lauter: „so habe ich erfahren," und: „so ich!" und „anders fand ich es," und: „wieder anders" ein vierter 2c. ins Nebelhafte verschwamm, braucht kaum noch erwähnt zu werden.

§. 70.

Nitrate.

Wie schon in ältester Zeit der gemeine Salpeter als ein vortreffliches Mittel, die Vegetation zu befördern, erkannt war, mag in meiner Geschichte der Landwirthschaft nachgelesen werden. Daß ein großer Theil der Wirkung organischer Düngermaterialien mittelst Salpeterbildung erst wirksam wird, lehrt die Theorie und nicht mit Unrecht sind gedüngte Felder mit Salpeterplantagen verglichen worden.

Unsere Lysimeterversuche (siehe oben) haben uns den Beweis geliefert, daß in jedem Boden, auch dem ungedüngten, viele Nitrate sich binnen Jahresfrist bilden,[1] ja wir glauben, daß ein gut Theil der in den Gewässern bis jetzt gefundenen und den Gewittern als ursächlichem Momente zugeschriebenen Salpetersäure aus dem Untergrundwasser herrührt, welches diese leicht löslichen Salze aus der

[1] Vgl. hiemit Way's neueste Untersuchungen des Drainwassers. J. of the 7. Agr. Soc. 1856.

Krume zugewaschen erhält. Wir glauben nicht, daß der untergebrachte Dünger nur mehr seinen Stickstoff zu Ammoniakverbindungen, der obenaufliegende wie Stökhart will, zu Nitraten verwende.

Quantitative Bestimmungen der Salpetersäure aus Wasserauszügen der Erde, die das Resultat der Lösungen in einem ganzen Jahre enthalten (siehe oben Kapitel „Lösungen und Lysimeter") sind das ganz evident zu machen geeignet.

Kalk, Asche, Erde und thierische Abfälle gemengt, öfter gewendet und bei freiem Luftzutritt geben Veranlassung zur Verbindung des Stickstoffes mit dem Sauerstoff der Luft zur Salpetersäure mit oder ohne Zwischenstufen.

Nach Al. Mains und Chatin wirkte salpetersaures Kali gleich dem Gypse und dem kohlensauren Kali, es stand nur den Ammoniaksalzen und Phosphaten nach. Es ward bei Kartoffeln zu 237 Kilogramm per Hektare angewandt.

Wolff führt einige kleine Versuche an und berechnet darnach das Quantum zu 288 Kilogramm bis 3780 Kilogramm per Hektare. Er erhielt von 2304 Kilogramm auf 1 Hektar einen Mehrertrag an Stroh und Haber von 9966 Kilogramm und fügt die Bemerkung bei, daß die Körnerproduktion nur unbedeutend erhöht ward. Noch mehr angewandt, hatte einen Rückschlag zur Folge.

Kali- und Natronsalpeter wirken trefflich auf Runkeln.

Der Kalisalpeter hält sich trocken an der Luft und enthält 14 Procent Stickstoff, kostet aber zuviel.

Der rohe Natronsalpeter ist aber um die Hälfte wohlfeiler, enthält circa 16 Procent Stickstoff, auch etwas Kochsalz und andere fremde Beimengungen.

Er ward daher neuerlich weit mehr als der gemeine Salpeter und zwar zum Ersatz von Guano von den Engländern zuerst (Pusey) empfohlen, in Anwendung gezogen und als Chilisalpeter von Valparaiso aus in den Handel gebracht. Wie bei leicht löslichen Salzen überhaupt, so ist auch bei ihm der Erfolg sehr von klimatischen Witterungseinflüssen abhängig.

Die Versuche Kuhlmanns zeigten schon vor mehr als zwölf Jahren bei 133 Kilogramm per Hektare eine bedeutende Mehrung, noch besser bei 250 Kilogramm per Hektare. Nicht so in sehr trockenen Jahren.

Eversheb nahm ½—1 Ctr. Chilisalpeter per Acre (1,544 hannoverische Morgen). Man will bemerken, daß bei nasser Witterung im Frühling und Sommer die Salpeterdüngung leicht Lagerungen bei schwacher Halmbildung mit unvollkommener Körnerbildung erzeuge. Das sey bei ohnedem stark gedüngtem Lande noch leichter der Fall und daher der Satz Al. Mains, daß eine Salpeterdüngung um so weniger günstig wirke, je größer die natürliche Fruchtbarkeit des Bodens sey.

Nach Eversheb soll eine Rotation 15 Jahre lang bloß mit Chilisalpeter ebenso erfolgreich wie eine andere gleiche auf gleicher Fläche mittelst Stalldüngers erhalten worden seyn. Für Weizen und Gerste, für Grasland überhaupt wirke er sehr günstig, weniger für Runkeln und Turnips.

Nach Chatins Versuchen wirkte salpetersaures Natron weniger gut wie salpetersaures Kali und selbst schwefelsaures Kali, dem Chlorkalium ähnlich.

Daß im Chilisalpeter auch das Natron wirksam ist, zeigen Zöllers Versuche.

Zwei Ctr. per bayer. Tagwerk sind eine hinreichende Düngung. Uns hat ein comparativer Versuch gezeigt, daß auf Grasland mit stark wasserdurchlassendem Boden angewandt, der Chilisalpeter nicht mehr als Jauche wirkte.

Wenn an feuchten Orten, Winkeln, Ställen, Abtritten ꝛc. Kalk mit Luft in Berührung tritt, so bildet sich häufig durch Zusammentreffen des Stickstoffes der Luft mit dem Wasserstoff der Feuchtigkeit Salpetersäure und begreiflich zunächst salpetersaurer Kalk (Saliter, Mauerfraß). Er wirkt im Bauschutt, wie alle Salpetersalze, zunächst die Bildung der zur Ernährung der Pflanze selbst dienenden Organe (Blätter, Stengel) fördernd, treibend.

§. 71.

Phosphate.

Die Bedeutung der Phosphorsäure für die Vegetation und die Samenbildung zunächst gezeigt zu haben, ist Verdienst der Liebig'schen Schule. Da aber in den Knochen noch Gallerte, d. h.

[1] Ammoniak- und Stickstoffhaltige Salze überhaupt sollten nicht zu spät angewandt werden.

stickstoffhaltige Substanz enthalten ist, so haben die Verehrer des Stickstoffes über alles nicht minder bei der Erklärung ihrer Wirkung ihren Antheil. Der noch weiter darin enthaltene kohlensaure Kalk und Fett scheinen vorerst unerheblich für die Vegetation.

Wie bei vielen anderen Düngestoffen ist auch das Knochenpulver selbst oft des indifferenten Verhaltens, der Wirkungslosigkeit beschuldigt worden, was eben von der wenig exakten Methode seiner Anwendung herrührte.

Der phosphorsaure Kalk ist für sich ebenso schwer im Wasser löslich, als frische Gallerte, an ihn und kohlensauren Kalk gebunden, die sich langsam zersetzt und somit doch ebenfalls wieder lösliche Nährstoffe bildet. Daß dabei also das nöthige Quantum Meteorwasser, die Kohlensäure darin, dann die zur Zersetzung nöthigen Wärmegrade, also die klimatischen Verhältnisse eine große Rolle spielen, läßt sich annehmen und seine Anwendung kann nur sicheren Erfolg geben, wenn zugleich jene beiden in Rechnung gezogen sind. Wir finden das übrigens auch in den allgemeinen Angaben von „trocken" oder „feucht," „warm" oder „kalt," was den Meteorologen ungefähr ebenso befriedigt, wie wenn man dem Chemiker statt einer Analyse sagte: die Knochen zerfallen, indem sie allmählig angefressen und poröser werden.

Neuerlich ward übrigens in Wöhlers Laboratorium gezeigt, daß auch reines Wasser ziemlich viel phosphorsauren Kalk schon löse, namentlich wenn letzterer gepulvert wird und die Zersetzung der Knochengallerte beginnt. Aber es scheint doch nicht jenes Superfluum frei zu werden, was ein reicher Ertrag verlangt.

Indessen ist hier die Praxis bereits sehr vorgeschritten und hat verschiedene Wege, die Phosphate aufzuschließen, gefunden.

Zu unterscheiden sind hiebei: a) gebrannte und ungebrannte Knochen, b) Knochenkohlen und c) Koprolithe, Phosphorite (Apatit, Osteolith).

Daß die Knochen beim Brennen ihre organische Substanz, also den stickstoffhaltigen Bestandtheil, somit den vor allem wirksamen, verlieren, ist kaum nöthig zu erinnern. Solche Knochen enthalten nur mehr phosphorsauren und wenig kohlensauren Kalk nebst Bittererde. Sind die Knochen bloß verkohlt, so ist zwar der Kohlenstoff der organischen Verbindung, der Gallerte, zurückgeblieben, aber der Stickstoff ist in Gasverbindung wieder entwichen. Wenn die

Knochenkohlen zur Reinigung schon angewandt war, und dann nur allein wird sie wohl benützt — so enthält sie noch diejenigen Stoffe der Flüssigkeit, die sie zu entfärben und überhaupt zu reinigen bestimmt war. Allein ihre Quantität, selbst wenn sie stickstoffhaltig sind (und der Zuckerschaum enthält oft 3,0 Procent, Raffinerien von 0,79 bis 0,90 Procent = die unbrauchbaren Kohlenpulver) was selten genug der Fall ist, beträgt nur sehr wenig.

Es ist also auch hier mehr der Phosphorsäuregehalt, der in Betracht kommt, wenn die Kohle hinreichend verkleinert und etwa aufgeschlossen ist.

Die mehr als doppelte Wirkung äußern aber ungebrannte Knochen, vorzüglich im aufgeschlossenen Zustande. Man übt in letzter Beziehung mehrere Methoden. Eine Methode verkleinert die Knochen vorerst, setzt sie im Wasser einer Temperatur von 80° R. aus, wobei das Fett aus den Knochenzellen und Höhlen austritt und abgeschöpft wird (5 Procent). Die noch mehr zerkleinerten Stücke werden schon für sich angewandt, zur rascheren Wirkung aber auch oft aufgeschlossen, indem dieses 1—2 Tage in Wasser geschüttete Knochenpulver in mit Blei gefütterten Gefäßen oder Kufen mit 35 Procent ihres Gewichtes concentrirter englischen Schwefelsäure übergossen und dann 4—5 Stunden lang umgerührt werden. Dabei bildet sich dann schwefelsaurer Kalk und saurer phosphorsaurer Kalk, das Superphosphat der Engländer, welches man anwendet oder mit Knochenpulver, Koprolithenpulver oder anderen formgebenden unschädlichen Pulvern versetzt, bis es eine trockene Masse bildet, und in den Handel bringt.

Eine andere Methode entfettet nicht, sondern verkleinert sogleich mittelst Pochwerken oder Stampfen, oder großen Cylindern (Yorkshire bone crusher — Raspelvorrichtung in Preußen und Sachsen) und setzt 50 Procent concentrirte englische Schwefelsäure zu. Der teigartig gewordenen Masse wird soviel pulverförmige Substanz (oft 60 Procent) zugesetzt, um Form zum Handel zu bekommen. Man lieferte den Zollcentner um 6 fl. in den Handel, was dem Guano gegenüber (der Wirkung nach) bedenklich hoch erscheint.

Eine dritte Methode erhitzt die Knochen in dampfspannenden Gefäßen mit doppeltem Boden, in gleichsam größeren papinischen Töpfen, wobei viel Fett ausgezogen und die Lockerung der Textur so

groß wird, daß die rasch entfernten und noch heiß mit hölzernen Hämmern gepochten Knochen leicht in Pulver zerfallen. Diese Methode ward als für jede größere landwirthschaftliche Haushaltung anwendbar empfohlen.[1]

Wenn das Fett eine bedeutende Beigabe bei der Fabrikation ist, so ist dasselbe doch nicht schädlich in der Anwendung zum Düngen, da es durch die Schwefelsäure zersetzt und die Bildung von fettsauren Salzen (Fettseifen) eingeleitet wird.

Der Zusatz von Salzsäure statt Schwefelsäure mit Nebenbildung von in Wasser sehr leicht löslichem salzsauren Kalk statt Gyps ist im Großen zu versuchen.

Ebenso die Auffindung eines pulverförmigen Zusatzes, der etwa den Stickstoffgehalt in mehr löslicher Form vermehrte, wozu die menschlichen Exkremente wohl vor Allem rathsam erscheinen, vorausgesetzt, daß die organische Substanz derselben wohl zu fixiren gelänge.

42 Schwefelsäure auf 100 Knochen ist rationell (vitriolisirte Knochen). Wir theilen folgende Analysen mit:

a) Gedämpftes Knochenmehl enthielt in erster Sorte, die im Handel vorkam:

organische Substanz	33,5
phosphorsaure Kalkerde	46,0
kohlensauren Kalk	6,4
Sand, Thon 2c.	5,0
	99,9
Stickstoff	3,8

(Baist.)

b) Rohes Knochenmehl aus Sachsen bezogen: (Preis 3 fl. 30 kr.)

organische Substanz	35,80
phosphorsaure Erde	47,40
kohlensaure Kalkerde	7,00
Wasser	7,80
Sand 2c.	1,60
	99,60
Stickstoff	4,6

(Baist.)

[1] Selbst der Phosphorit wird neuerlich in Darcet'schen Oefen mürbe gebrannt. (Th. Martius in litt.)

c) Saurer phosphorsaurer Kalk (Superphosphate) englischer:

organische Theile	26,85
löslicher phosphorsaurer Kalk	9,82
unlöslicher	20,00
Gyps	19,81
Alkalien	3,33
Wasser, Sand	20,30
	99,11
Stickstoff	1,85

(Völker.)

d) Aus Koprolithen bereiteter Kalk, Superphosphat in 100 Theilen:

Wasser von	8,43	bis	23,78
organische Materie	0,00	„	3,00
lösliche Phosphate	10,24	„	15,37
unlösliche „	6,15	„	23,98
Gyps	31,57	„	38,56
Schwefelsäure	4,15	„	11,51
Alkalisalze	0,01	„	7,56
Sand	6,06	„	12,26
Ammoniak von	0,00	„	0,60

(Anderson.)

Ueber die große Verbreitung der Phosphate in plutonischen und vulkanischen, wie metamorphischen und neptunischen Gebirgsarten, freilich meist nur als zufälliger Gemengtheil und gewöhnlich nicht in großer Menge hat v. Liebig (a. a. O. S. 156 ff.) eine Zusammenstellung gegeben.

Alle Rübenarten, zunächst die als Turnips den Engländern bekannten Weißrüben und Runkeln gedeihen bei Knochendüngung am besten. Die Luxusernährung derselben bei Versuchen von Mr. Lawes ist durch polemische Proceduren weit bekannt geworden.

Ob indessen der Phosphorsäure der Erdtheile oder dem Stickstoffgehalte der Gallerte bei ungebrannten Knochen der vorzüglichste Theil an der Wirkung zuzurechnen sey, ward als schwer zu entscheiden bezeichnet. Da man aber durch gleichen Stickstoffgehalt in irgend einem Dünger, jedoch ohne Phosphorsäure, denselben Ertrag von den Rüben wie bei Knochendüngung nicht erhält, so scheint

der Phosphorsäure der Vorrang zu gehören. Zuverlässig entscheidet das rechte Verhältniß beider zu einander, die übrigen Stoffe als vorhanden angenommen.

Zwar ward Phosphorsäure in gutem Alluvialboden, ja sogar im mageren Sandboden selbst ohne Düngung so viel gefunden, daß sich davon die Zutheilung an die darauf wachsende Vegetation sehr wohl ableiten läßt (Wolff nimmt 200 Kilogramm an und berechnet die Erschöpfung durch Ernten in drei Jahren zu 90 Kilogramm, was bei Mistdüngung viel mehr als ersetzt werde), aber hier insbesondere scheint der Grad der Löslichkeit in der rechten Zeit — also die beste Speisezeit der Pflanzen — von Wichtigkeit zur Entscheidung der Frage. Und da man jene nicht kennt, so überfüttert man, d. h. man verschwendet, um sicher ein Resultat zu erhalten.

Nach unseren Grundsätzen müssen beide, Phosphorsäure und Stickstoffgehalt, und nicht minder die Beimischung und die Aktion der Gährung nebst den sie begleitenden physikalischen Eigenschaften in Rechnung gezogen werden; dann wird sich die Wirkung derselben in geringerer Quantität erklären lassen, ohne die mehr gleichförmige Zersetzung der stickstoffhaltigen Substanz gegenüber der Stalldüngung zu Hülfe nehmen zu müssen.

Ob die Schwefelsäure die organische Substanz der Knochen schneller zur Zersetzung bringt (im Sinne Wolffs) muß bezweifelt werden, sie reißt sie nur aus dem organischen Conterte, im Uebrigen aber würde sie, frei neben derselben, eher das Gegentheil bewirken; sie ist es aber fast nur als schwefelsaurer Kalk. Auch der Gyps fördert nicht organische Zersetzung.

Ob die Bedeutung der Phosphorsäure für die Vegetation, wie das Thierleben in der großen Wechselfähigkeit der Phosphate bestehe, wie Keller meint, durch leichte Löslichkeit derselben in pyrophosphorsauren Alkalien oder in freier Phosphorsäure selbst, entstanden durch Verbrennen des Phosphors der Proteinkörper im Blute, und durch leichte Fixation der Gewebe-Phosphate bei hinzutretenden alkalischen und erdigen Oxyden, mag noch weiter erforscht werden dürfen.

Ist die Phosphorsäure nur der ewig bereite Kuppler für die sich bildenden Proteinkörper, so ist ihre Anhäufung im Samen oder im Nährungsstoffdepot, wie Wurzeln und Knollen, erklärlich; sie

muß ja immer neue Erzeugungen einleiten und kann nicht verschwinden oder zurückbleiben, wie Chlor oder Kalk, sie und Schwefel müssen bis zur letzten Phase der Entwicklung die Pflanze begleiten, denn ohne Proteinstoff keine Zellenmehrung, weil kein Protoplasma.

Wir fügen noch eine Zusammenstellung mehrerer Analysen in Bezug auf das Verhältniß des Kalkphosphates (basisch) zur stickstoffhaltigen Substanz aus Schleiden bei, woraus freilich der Mangel jeglicher Constanz deutlich wird.

Es enthalten 1000 Theile Nahrungsmittel im gewöhnlichen Zustande.	a. Stickstoff.	b. Phosphorsäure.	Kalk.	c. Basisch phosphorsaurer Kalk oder Knochenerde.	Es verhält sich b:a wie	Es verhält sich c:a wie
1) Heu	11,50	3,37	10,04	6,96	1:3,4	1: 1,6
2) Kartoffeln	3,70	1,09	0,17	0,33	1:3,4	1:11,2
3) Runkeln	2,10	0,46	0,54	0,95	1:4,5	1: 2,2
4) Stoppelrüben	1,30	0,35	0,62	0,72	1:3,7	1: 3,7
5) Topinambur	3,75	1,35	0,29	0,56	1:2,8	1: 2,1
6) Weizen	20,50	9,64	0,60	0,16	1:2,1	1:12,8
7) Mais	16,40	5,51	0,14	0,27	1:2,9	1:60,9
8) Hafer	17,87	4,73	1,17	2,27	1:3,8	1: 7,8
9) Weizenstroh	3,00	1,61	4,41	3,32	1:1,8	1: 0,9
10) Haferstroh	3,00	1,07	2,97	2,21	1:2,8	1: 1,2
11) Kleeheu	21,00	4,63	18,08	9,85	1:4,5	1: 2,1
12) Erbsen	38,40	9,03	3,03	5,83	1:4,2	1: 6,6
13) Schminkbohnen	45,80	9,38	2,03	5,94	1:4,8	1: 7,7
14) Bohnen	51,10	10,26	1,53	9,73	1:4,9	1: 5,5

(A) bei Nr. 11—14 im Mittel b : a = 1:4,6
(B) „ „ 6—8 „ „ „ = 1:2,9
(C) „ „ 1—5 „ „ „ = 1:3,5
(D) „ „ 9—10 „ „ „ = 1:2,2

Eine neu eben erschienene höchst genaue Arbeit aus dem Laboratorium des Generalkomité des landwirthschaftlichen Vereins von Bayern von Hrn. Dr. Mayer weist nach, daß die Existenz der Eiweißkörper mit der Gegenwart der phosphorsauren Verbindungen

zusammenhängt. „Zwischen den Eiweißstoffen und der Phosphorsäure, resp. den phosphorsauren Verbindungen, bestehen bestimmte Verhältnisse, so zwar, daß mit der Zunahme der Menge der Eiweißkörper eine proportionelle Zunahme der Menge der Phosphorsäure, resp. der phosphorsauren Verbindungen, stattfindet.

Dieß Verhältniß ist jedoch für jeden der Eiweißkörper ein anderes, für das lösliche Pflanzeneiweiß, für das Legumin, für den Kleber.

Die Früchte der Leguminosen, in welchen hauptsächlich Legumin mit löslichem Eiweiß vorkommt, enthalten auf dieselbe Menge Phosphorsäure ein und ein halbmal bis zweimal so viel Stickstoff, als die Getreidekörner, deren Albuminate vorzugsweise aus Kleber mit wenig löslichem Eiweiß bestehen. Wenn einer dieser Eiweißkörper in Samen derselben Pflanzenart und Varietät in größerer oder geringerer Menge durch einen anderen vertreten ist, wie solches Millon für Weizen gezeigt hat, so wird natürlich dadurch das Verhältniß des Stickstoffes zur Phosphorsäure ein anderes."

Wie man die phosphorreichen Knochen und versteinerten Exkremente (Koprolithe) vorweltlicher Thiere anwendet, so kann man nicht minder die freilich nur kleine und fast selten vorkommende Gruppe der Phosphate aus dem Mineralreiche, den Apatit, Phosphorit, Osteolit 2c. anwenden. In Rheinpreußen ist es nach Versuchen Bergmanns mit Erfolg geschehen, auch in Böhmen war dieß der Fall und England benützt dergleichen seit längerem schon.

Nach Völker enthalten die Koprolithe (hier oft nur versteinerte Knochen von wallfischartigen Thieren):

Hygroscopisches Wasser	1,20
Chemisch gebundenes Wasser sammt Spuren organ. Substanz	3,20
Eisenoxyd und Thonerde	4,84
Kalkerde	39,81
Talkerde	5,68
Phosphorsäure	23,48
Kohlensäure	5,82
Unlöslicher Rückstand (Kieselerde)	12,56
Alkalien, Schwefelsäure	2,41
Verlust	1,00
	100,00

Der Phosphorit von Amberg enthält nach einer Analyse von Dr. Meyer (im chemischen Laboratorium des Fr. v. Liebig zu München ausgeführt) außer Spuren von Jod noch

Eisenoxyd	3,39
Kalk	49,87
Magnesia	0,27
Natron	0,25
Kali	0,35
Phosphorsäure	36,72
Kohlensäure	1,48
Fluor	1,59
Kieselsäure und Bergart	3,97
Wasser	0,85
	98,74

Bei Amberg in der bayrischen Oberpfalz findet man den Phosphorit zerstreut auf Feldern; die Besitzer der letzteren düngten sie mit gewöhnlichem Stalldünger, brachten in der Kohlensäurequelle desselben also ein Lösungshülfsmittel des phosphorsauren Kalkes, aber sie konnten in keiner Weise eine größere Fruchtbarkeit derselben gegenüber ganz ähnlichen Lagen ohne Phosphorit bemerken. Der Aufschluß mit Säuren scheint also fast absolut nöthig, obgleich nach Wöhler schon im gewöhnlichen Wasser sich viel davon löst.[1]

Bei der Leimsiederei, vorzüglich aus Knochen, wird mittelst Salzsäure zumeist der phosphorsaure Kalk zersetzt und Phosphorsäure nebst salzsaurem Kalke, der in Wasser löslich ist, als unnütz von der organischen Substanz (der Gallerte) getrennt und entfernt. Solche saure Flüssigkeit ist als Zusatz zu anderen Düngerarten sicher von großem Nutzen.

§. 72.

Carbonate.

In alten Zeiten nannte man eine der häufigsten und die stärkste Base vegetabilisches Laugensalz, — das Kali. Aus der Pflanzenasche erhält man die Lauge, aus dieser durch Eindicken und Glühen die

[1] Von uns damit angestellte vergleichende Versuche siehe im Anhang.

Potasche, aus dieser wieder durch Calciniren und Reinigen das Kali, zuletzt nur mehr an Kohlensäure gebunden. Entfernt man noch die Kohlensäure, so bleibt ein Metall (Kalium) zurück, aber an Sauerstoff gebunden, als Oxyd (Kaliumoxyd).

In den Pflanzen und im Boden ist das Kali an Säuren gebunden, es findet sich als kohlensaures, pflanzensaures, salzsaures, kleesaures ꝛc. Kali.

100 Pfund Buchenstammholz geben etwas über ein halb Pfund Asche und 100 Pfund solcher Asche geben 22 Pfund Potasche. Also geben 20,000 Pfund gut getrocknetes Buchenholz ungefähr 22 Pfund Potasche, und wenn jährlich 200 Ctr. solchen Holzes nachwachsen sollen, müssen sie auch 22 Pfund Potasche im Boden und dem Miste oder der Streu und den Abfällen finden.

Torfasche ist je nach dem Orte allzuverschieden, doch sehr arm an Alkalien und Phosphaten; Steinkohlenmasse deßgleichen. Die Holzarten geben durchschnittlich 1½ Procent Asche (die Blätter 7—11 Procent), ja die Protococcuszellen enthalten, wie wir gezeigt haben, 33 Procent.

Das kohlensaure Kali als Potasche angewandt, zeigte in correcten Versuchen eine große Wirkung auf die Bildung der grünen Pflanzentheile, der Blätter und Stengel, eine nur sehr geringe auf jene der Körner. Eine Menge bis zu 2160 Kilogramm auf eine Hektare förderte die Strohbildung noch bedeutend, aber nur schwach die Körnerbildung, die Kleebildung erreichte noch in der Nachwirkung eine enorme Höhe.

Die Anwendung der Holzasche auf Kleefeldern, Wiesen und Saaten ist schon lange in der Praxis in Uebung; daß der hohe Preis derselben die Anwendung aber selten zuläßt, ist nicht minder bekannt. Die Holzasche enthält indessen nicht bloß Kali, sondern auch Natron, Kalk, Magnesia, und mehrere Oxyde, nebst Kiesel- und Thonerde. Daß in der Seifensiederasche die in Wasser leicht löslichen Salze fehlen, ist klar.

Die Asche ist in der Regel um so besser, je leichter sie ist. Man wendet sie befeuchtet an und zwar 10—30 Centner per Joch, am erfolgreichsten für die sogenannten Kalipflanzen, für Rüben, Kartoffeln, Lein, Klee ꝛc. Auf Runkeln haben sich Asche und Potasche begreiflicherweise am besten bewährt. Kohlensaures Kali

brachte aus Feldspath, Quarzpulver und reiner Kieselerde immer viel Kieselerde zur Lösung.

Das kohlensaure Natron (Soda) zeigte sich nach Wolffs und Kuhlmanns Versuchen kaum von erheblicher Wirkung (Sodagyps).

Der kohlensaure Kalk wird für sich allein wohl kaum als Dünger angewandt, es müßte denn seyn, daß er ganz in einem Boden fehlte, was selten genug der Fall seyn dürfte. Woher auch sollte er in reinem Zustande dann wohlfeil genug bezogen werden? da derselbe aber im Mergel den thätigsten Bestandtheil ausmacht, so dürfte es hier am Platze sein, das Mergeln als Düngeroperation zu betrachten. Auch das Kalken, d. h. die Zumischung gebrannten und allmählig gelöschten, also in Pulver verwandelten Kalkes zum Boden, wird häufig geübt.

In den Primitivformationen, Granit-, Gneis-, Glimmerschiefer, Syenit und Porphyren 2c. fehlt der Kalk in erheblichen Massen, aber nur selten um den Vegetabilien, die auf ihren Verwitterungsprodukten wachsen, den nöthigen Kalk zu den Aschenbestandtheilen zu liefern.

Und doch wird er in den armen Gegenden des sächsischen Erzgebirges und des bayrischen Waldes gerne bezahlt und zur Düngung verwendet. Auch der englische Farmer berechnet den Effekt seiner für Kalk gemachten Ausgabe günstig.

Der Kalk ist so häufig in der Natur, daß er als Nahrungsstoff der Pflanzen betrachtet fast überall genug vorhanden ist. Es werden durch eine Ernte auf ein Hektare etwa 30 Kilogramm Kalk entnommen, durch jede gewöhnliche Düngung aber, wie schon Wolff zeigte, mehr als 300 Kilogramm gegeben. Dennoch gibt es Pflanzen, die nur bei starkem Kalkgehalt gut gedeihen, obgleich sie nicht mehr Kalk in ihrer Asche enthalten, als die auf kalkarmem Boden gewachsenen. Dieß ist durch die Veränderung der physikalischen Bodeneigenschaft, welche der zugemischte Kalk bewirkt, erklärlich.

Welches sind nun diese Aenderungen? Daß der Kalk den bündigen, schweren Boden lockerer mache, d. h. dessen Cohäsion und Adhäsion mindere, ist schon aus den Eigenschaften der Erdarten für sich klar.

Wie er aber das Verhalten zu Feuchtigkeit und Wärme ändere, ward von uns durch den oben mitgetheilten Versuch festzustellen gesucht.

Nach Stöckhardt entzieht eine Mittelernte (auf 1 preußischen Morgen):

von Halmfrüchten . . .	10—12	Pfund Kalk (u. Talkerde)
„ Heu u. Grummet . .	12—16	„ „
„ Runkeln u. Kartoffeln .	20—25	„ „
„ Erbsen, Wicken u. Reps	35—40	„ „
„ Klee u. Tabak . . .	60—80	„ und darüber.

Der Kalk hat indessen noch eine bedeutende chemische Einwirkung zur Folge, die beachtenswerth erscheint. Der Aetzkalk, und als solcher wird er ausgestreut, zersetzt die organischen Substanzen des Bodens sehr rasch, weil er sich mit der Kohlensäure derselben so gerne zu verbinden strebt. Dabei erzeugt sich auch eine Atmosphäre freier Kohlensäure um die Enden der Pflanzenwurzeln zwischen den Bodentheilchen. Und das zunächst auf Kosten der allmählig verschwindenden humosen Substanz!

Der Aetzkalk wirkt also oft lösend auf Pflanzennahrung, er vermittelt, er zerstört. Er bewirkt auch den Uebergang des Stickstoffes in frei werdendes Ammoniak.

Wenn diese Aktion der Vegetation förderlich ist, so darf man nicht vergessen, daß ein Uebermaß durch Verschwendung allzuvieler eben für die Pflanzen nicht nöthiger löslicher Nährstoffe schädlich wirken kann. Jedenfalls wirkt in dieser Weise auch der Mergel, obgleich der Kalk in ihm noch kohlensaurer Kalk ist.

Noch weiter in der negativen Richtung der Dungkraft schreitet der Kalk bei dem Zusammentreffen mit kohlensauren Alkalien, wo er dann Veranlassung zur Bildung unlöslichen kieselsauren Kalkes gibt, was wenigstens bei Bedarf von Kieselsäure nicht gleichgültig ist. Auch der kohlensaure Kalk geht in diese Verbindung ein; der Aetzkalk bringt aus Feldspath und Quarz viel Kieselerde, Kali und Kalk zur Lösung.

Der gebrannte Kalk wird nach von Stöckhardt zusammengestellten Erfahrungen für bündige, thonige, schwere Bodenarten immer nützlich erfunden, sehr entbehrlich aber für leichte. Nützlich auch besonders für Reps, Klee, Erbsen, Bohnen, Wicken und Kartoffeln

in einem Quantum von 36—80 Centner per sächsischen Acker, was alle 6—9 Jahre zu wiederholen sey. Aber das alles nur vorzüglich, wenn humose Bestandtheile, Pflanzenreste, Stallmist (dieser, wenn nicht frisch, kaum in unmittelbarer Berührung) zugleich angewandt wird.

Der gebrannte Kalk ist ein Lösungsmittel gröberer Art, ohne jedoch selbst besondere Nährkraft zu äußern. Seine physikalische Wirksamkeit ist offenbar die größere, obgleich er als zu $1/5$ in 1 Theil Wasser löslich selbst Pflanzennahrung ist, eine gute Basis zur Neutralisation mit etwaigen Säuren im Boden gibt (Humate), Zersetzung organischer Körper befördert und in unorganischen Lösung bewirkt. Kalk ist nothwendige Pflanzennahrung, keine Pflanzenasche läßt ihn vermissen, wenn auch in sehr geringen Mengen oder großentheils durch Talkerde ersetzt. $1/2$ Procent im Boden genügte, Lehmboden kleefähig zu machen.

Der von den Reinigungsapparaten der Gasanstalten erhaltene Gaskalk enthält Aetzkalk, Schwefelcalcium und Schwefelverbindungen überhaupt, auch Theermassen (Brenzöle) hängen an. Von letzteren abgesehen, deren letzte Zersetzungsprodukte im Boden wir nicht kennen, wirken die ersteren stark ätzend, Vegetabilien rasch tödtend. Begreiflich verlieren sie diese Schärfe an der Luft durch Bildung von kohlensauren und schwefelsauren Salzen.

Der Mergel enthält die dem Kalk zugeschriebenen Eigenschaften der Verbesserung der physikalischen Eigenschaften in noch höherem Maße. In ihm sind die extremen Bodeneigenschaften der Nässe und Trockenheit, der Wärme und Kälte, der Cohäsion und Adhäsion, der Wirkung und Indolenz gegen organische Substanzen, gegen die Verwitterungseinflüsse corrigirenden Stoffe im oft sehr passenden Verhältniß beisammen. Kohlensaurer Kalk neben Thon und Sand und (sehr oft) stickstoffhaltig und humos, das sind sehr günstige Bedingungen für die Vegetation. Nur freilich ist die Bestimmung, was Mergel sey, gar sehr vag und jener selbst sehr verschieden wirksam.

Den sich zusammenziehenden Ton hindert in diesem Streben der sein Volumen auch beim Trocknen behaltende Kalk, somit entstehen zwischen beiden Differenzen, deren Folge das Auseinanderfallen beider und der freiere Zutritt lösender Kräfte der Atmosphärilien ist.

Das aber bahnt dem Bedarf der Vegetation den Weg am besten. Deßwegen wird mit Recht das Auseinanderfallen des Mergels vor seiner Vermischung mit der Krume abgewartet.

Daß der Thonmergel am besten die Sandböden, der Kalkmergel die schweren Thonböden corrigirt, versteht sich von selbst.

Soweit der Boden an und für sich, ohne fremdartige Beimischung, pflanzennährend wirkt, durch seinen Gehalt an fixen Alkalien und Salzen, soweit wirkt auch der Mergel auf die Vegetation und zwar energischer, als alle, weil im besten Verhältniß die Stoffe enthaltend und bei geringsten Widerständen sie abgebend. Er ist der chemisch- und physikalischbeste Boden und zwar so sehr, daß er selbst als Düngmittel angesehen wurde, was er jedoch nur uneigentlich ist. Sein Gehalt an Kali und Ammoniak, der je nach Art der organischen Beimischung, aus der Zeit seiner Entstehung im Diluvium sehr verschieden seyn kann, trägt bedeutend hiezu bei, wenn auch nicht in der Masse, als vielfach angenommen ward.

Die Art seiner Anwendung mit Berücksichtigung der größten Bodenkraftersparung ist wissenschaftlich noch zu erforschen.

Die Praxis verwendet enorm differirende Massen, was je nach der Bodenart auch oft gerechtfertigt ist, wenn nicht, wird der Nachtheil zu spät klar werden, um wirthschaftlich reparirt werden zu können. Man fährt 10—40 zweispännige Fuhren auf ein bayrisches Tagwerk (12—15 Cubikfuß Mergel auf 1 Quadratruthe nach Albert), und wiederholt dieß alle 15—20 Jahre. Der Mergel fördert die Zersetzung der Humusreste des Bodens in solcher Masse, daß er oft viel rascher die nährenden Substanzen zur Lösung bringt, als sie durch den Dünger und die Reste der Ernten wieder ersetzt werden, ja wohl auch von den Pflanzen verbraucht werden können. Die Folge ist eine Erschöpfung, eine Ausmergelung des Bodens, die erfahrungsgemäß nur wieder durch starke Zufuhr organischer Düngerstoffe gehoben werden kann. Es fehlte eben die nöthige Dispensation der Nährstoffe in jener passendsten Form der Lösung, die vor allen der Humifikationsproceß liefert. Lein, Klee, Hafer, Gerste und Möhren gedeihen nach dem Mergeln am besten.

Die kohlensaure Magnesia wird allein wohl nirgends zur Anwendung gebracht, aber im gebrannten Dolomit beweist sie sich

nach der Erfahrung sächsischer Landwirthe eben so gut, wie gebrannter Kalk. Die gebrauchten Kalksteine enthielten 40—44 Procent kohlensaure Bittererde. Daß die Bittererde rein der Vegetation nachtheilig sey, ist ebenso gewiß, als in reiner Kalkerde oder Thonerde nichts gedeihen kann. Sonst aber bloß zugemischt oder ausgestreut über Saaten zeigte die kohlensaure Magnesia keinerlei Nachtheil für die Vegetation und selbst den für die physikalische Beschaffenheit des Bodens in einem Versuche von Wolff mit Spergel kann man gegenüber der Unbedeutendheit der Unterschiede nicht gelten lassen. Man kann Ausdrücke, wie „gleichsam zähere und abgehärtete Natur der Halmfrüchte" gegenüber der Saftpflanze Spergel nicht annehmen.

Auch hat sich schwefelsaure Magnesia und die für die Düngerlehre alle Aufmerksamkeit verdienende phosphorsaure Ammoniakmagnesia für die Vegetation entschieden nützlich gezeigt. Versuche mit gebrannter Magnesia statt gebranntem Kalk zur Düngung wären noch anzustellen, obgleich Wolff theoretisch sehr schön ein nur sehr bedingt günstiges Resultat gegenüber dem Kalken prognosticirt hat. In der Praxis freilich wird in der Regel mit dem Kalkstein auch Talk gebrannt, da ersterer namentlich der Dolomitkalk, diesen enthält und in Sachsen gilt gerade dieser am meisten als Dungkalk.

Es kann hier nicht die Bedeutung der Talkerde für die Samen unerwähnt bleiben. Wie der Kalk in Stengeln und Blättern, so hat der Talk in dem Samen das Uebergewicht. So ist zweimal mehr als Kalk in den Leguminosen, im Buchweizen, Madia, Leinsamen, $2\frac{1}{2}$—3 mal mehr in den gemeinen Cerealien und 6—8 mal mehr in Mais und Hirse, in den Samen von Kiefern und Tannen (Stöckhardt). Das Gegentheil ist in den Stengeln und Blatttheilen der Fall. Da der Talk mit Phosphorsäure eine bekannte starke Verbindung von phosphorsaurer Talkerde gibt und beide in den Samenaschen hervorstechend gefunden werden, so ist ihre Beimischung zur Vegetation gewichtig.

Ammoniak, Kali und Phosphorsäure (so sagt die neueste Agrikulturchemie) sind die bedeutendsten d. h. theuersten aller Nährstoffe der Pflanzen, nach ihrem Vorhandenseyn muß der Dünger geschätzt werden.

Den fixen Alkalien schließt sich das flüchtige Ammoniumoxyd

an. Seine vorausgesetzte einfache Grundlage ist das Ammonium, das die Stelle eines Metalles vertritt.

Das Ammoniumoxyd verbindet sich mit der Kohlensäure am liebsten bei der Destillation stickstoffreicher organischer Stoffe mit Kohlensäure. So bildet sich vorerst anderthalb kohlensaures Ammoniak, das als weiße fasrige Masse in den Vorlagen sich sammelt und aus 44 Ammoniumoxyd und 56 Kohlensäure besteht. Es verwandelt sich an der Luft unter Ausdünstung von Ammoniak und Kohlensäure in zweifach kohlensaures Ammoniak. Ein Theil dieses Salzes löst sich bei 13° in 4 Theilen Wasser, bei 49° in 2 Theilen Wasser.

Das zweifach kohlensaure Ammoniak ist geruchlos, nicht alkalisch schmeckend, langsamer an der Luft verdunstend, als das einfach saure Salz.

Obgleich das kohlensaure Ammoniak überhaupt diejenige stickstoffhaltige Verbindung ist, welche am leichtesten und erfolgreichsten von den Pflanzen assimilirt wird, so wird doch der Stickstoff nicht immer in dieser Form den Pflanzen geboten. Stickstoffhaltige Substanzen zerfallen zwar bei der Fäulniß am häufigsten in Ammoniak und kohlensaures Ammoniak, für sich sind sie nicht assimilirbar.

Indessen schon der Stickstoff im Moment seines Freiwerdens ist der Verbindung mit Wasserstoffgas fähig (und dieses umgekehrt in demselben Verhältniß mit Stickstoff) und es bildet sich dann Ammoniak. So entwickeln auch Kali, Natron, Baryt oder Kalkhydrat mit Zucker, Leinwand, kleesauren und weinsauren Salzen und andern stickstofffreien organischen Verbindungen in einem Luft oder Wasserstoffgas haltenden Gefässe erhitzt Ammoniak. Kleister, stickstofffrei, entwickelt an der Luft Ammoniak, deßgleichen in Wasser faulende Kartoffeln viel mehr, als ihrem Stickstoff zukäme. Daß dieß stickstoffhaltige organische Substanzen beim Faulen am besten thun, ist schon oft gesagt worden. Sauerstoff als Ozon!

Ammoniak ist im tropfbaren Zustande farblos, sehr dünn flüssig, von 0,76 specifischem Gewicht. Auch das Gas ist farblos, riecht sehr stechend, reizend, Thiere sterben darin, ist nicht ätzend, aber scharf alkalisch schmeckend, wenig brennbar. Es wird sehr schnell und unter beträchtlicher Wärmeentwicklung vom Wasser verschluckt. Eine Maas Wasser nimmt bei 10° höchstens 670 Maas Ammoniak,

also fast die Hälfte seines Gewichtes auf. Diese wasserhelle Flüssigkeit riecht wie das Ammoniakgas, schmeckt brennend, scharf, urinos, und verliert noch weit unter 100° den größten Theil seines Ammoniaks. Nach einigen schon bei 55°.

Alle Ammoniaksalze haben einen stechendsalzigen, urinosen Geschmack. Alle wasserstoffsauren Ammoniaksalze und das kohlensaure Ammoniak werden im Feuer unzersetzt verflüchtigt.

Viele sauerstoffsaure Ammoniaksalze, auch der Salmiak, verlieren an der Luft und beim Abdampfen einen Theil des Ammoniak, so daß im Rückstande die Säure (oder Chlor) vorwaltend wird (kieselsaures Ammoniak?) Fixe Alkalien entwickeln beim Zusammenreiben, besonders bei Gegenwart von wenig Wasser aus den Salzen das Ammoniak, dessen Entweichung leicht zu erkennen ist (Geruch, Röthung des Lakmuspapiers, Salmiakdämpfe beim Zubringen von Salzsäure).

Die große Bedeutung des Stickstoffes für die Vegetation und die den Pflanzen genehme Form seiner Aufnahme (die Ammoniaksalze) führten frühzeitig zu Versuchen in dieser Richtung. Berühmt sind jene Kuhlmanns, der mit Salmiak und schwefelsaurem Ammoniak Düngungsversuche auf Wiesen in großer Ausdehnung anstellte.

Er wandte per Hektare 260 Kilogramm von beiden Salzen in Wasser gelöst an und erhielt im Vergleich zu den ungedüngten Parzellen für je 100 Kilogramm des in dem angewendeten Düngmittel enthaltenen Stickstoffes zwischen 2166—2440 Kilogramm Heu mehr als ohne Düngung erzielt ward. Als er phosphorreichen Kalk noch zusetzte, steigerte der Ertrag sich noch mehr. Leider ist eine auf gewöhnliche Art gedüngte Wiese nicht damit in Vergleich gezogen. Als er aber alle 3 Parzellen 1 Jahr lang gar nicht düngte, zeigte sich gegen das Ungedüngte ein Rückschlag bei dem Ammoniaksalz, nicht aber bei der Knochengallerte, von welcher offenbar noch Zersetzungsmaterial vorhanden war.

Auch Schattenmann erhielt ähnliche Resultate.

Ad. Chatin fand durch eine große Reihe einjähriger Versuche, daß Ammoniaksalze fast ebenso wie Dünger wirkten und den Ertrag gegen ungedüngtes Feld von 100 auf 150 hoben. Er gibt als Classifikation nach der günstigsten Wirkung für die Basen folgende Reihe: Ammoniak, Kali, Eisen, Mangan, Natron, Bittererde, Blei,

Zink, Kupfer. Vom Natron an seyen dieselben schon eher schädlich als nützlich für die Vegetation.

Für die Säuren: Phosphorsäure, Salpetersäure, Kohlensäure, Salzsäure.

Da Ammoniaksalze und Salpeter auch bei annäherungsweise gleichem Stickstoffgehalt auffallend ungleich wirken, so erscheint es zunächst als nicht gleichgültig, in welcher Form die Pflanzen den Stickstoff enthalten.

Nach Versuchen stellt sich heraus, daß das kohlensaure Ammoniak die beliebteste Form ist, in welcher die Pflanzen ihren Stickstoff zu nehmen vorziehen.

Nach Lawes verliert ein mit Weizen besetzter Boden 4 Pfund Ammoniak, während nur 1 Pfund von der Pflanze gebunden wird. Dasselbe findet bei anderen Pflanzen nicht in diesem Maße statt, also hat die Pflanze darauf Einfluß, zunächst wohl durch ihre Wurzelbildung. Ob vom kieselsauren Ammoniak das Ammoniak verschwindet, die Kieselsäure in der Pflanze (Halm) zurückbleibt? (Wolff, Lawes, Draper).

Nach Boussingault verdunstet Ammoniak vom Boden, nach Way wird es von ihm ganz absorbirt. Alle Ammoniaksalze sind im Wasser löslich, zumeist auch leicht.

Es schien auffallend, daß nach Bouchardats Versuchen schon sehr kleine Dosen Ammoniak ($^1/_{1000}$) für die Pflanzen giftig wirken sollten, während doch andererseits diese Stickstoffverbindung für die förderndste der Vegetation erklärt war. Allein die große Verdünnung, in welcher diese Verbindungen für gewöhnlich angewandt werden, die rasche Zersetzung derselben erklärt leicht die seltene Schädlichkeit bei der Anwendung. Wir wiederholten selbst einige Versuche.

Das kohlensaure Ammoniak tödtete noch zu $^1/_{1000}$ in Wasser gelöst eine Veronica beccabunga. Ebenso Rumex obtusifolius, und zwar beide unter eigenthümlichen constanten Erscheinungen.

Zuerst bräunten sich die Spitzen der völlig unverletzten Saugwurzeln, wie wenn sie schwach verbrannt wären. Die Pflanzen welkten und jene, welche in der Wurzel kein Depot von Existenzmitteln hatten, wie die Veronica oder Sium latifolium starben ab, so zähe sie auch sonst am Leben hängen, falls sie nur immer Wasser

haben. Aber R. obtusifol. erholte sich nach mehreren (6) Tagen wieder, trieb aus der dicken Wurzel neue Saugwurzeln, welche nun nicht mehr verbrannten. Das kohlensaure Ammoniak war jedenfalls durch Verdunsten oder Zersetzung kraftloser geworden.

1 Theil auf 2000 Theile Wasser ward von Veronica beccabunga sehr gut vertragen, aber $\frac{1}{1666}$ war das höchste Maß, was noch vertragen wurde.

Interessant ist, daß Rumex obt., obgleich an den Wurzeln so sehr abgestorben, daß dieselben bereits in Zersetzung übergehen, im Wachsthum doch noch schwache Fortschritte macht und namentlich durch intensiv grüne Blattfarbe sich auszeichnet, was die unter gleichen Verhältnissen mit ihm in Humaten stehenden Exemplare, obgleich rasch wachsend, nicht zeigen.

Eine sehr erhebliche Menge Ammoniak bildet sich bei der langsamen Verbrennung und Destillation der Steinkohlen, und die Gaswasser liefern zur Zeit die größten Mengen von Salmiak, indem das erstere durch Zusatz von Salzsäure in diesen verwandelt wird. Seine lösende Kraft betreffend, so zeigten Versuche, daß es aus Feldspath etwas Kalk und Kali, aber aus Quarzpulver und reiner Kieselerde nichts löste (Stöckhardt).

§. 73.

Sulphate.

In der Reihe der hiehergehörigen Düngermittel herrscht noch viel Widerspruch und sie liefert der Einrede gegen unsere Eintheilung die wesentlichste Stütze.

Während der Schwefelgehalt der Leguminosen und der Proteinkörper im Allgemeinen mit der Schwefelsäure im Gyps geradezu in Beziehung gebracht werden, sieht man bei anderen löslichen Sulphaten, z. B. schwefelsaurem Kali und Natron (Glaubersalz) eine überhaupt nur geringe, der Schwefelsäure nicht zu entlehnende Wirkung. Dagegen entfaltet schwefelsaures Ammoniak eine um so größere, wohl auch sie der Basis verdankend. Schon deßhalb dürfte die Analogie zur Annahme der Gypswirkung mittelst Zersetzung (Liebigsche Theorie) rathen. Auch ist von allen Sulphaten nur der schwefelsaure Kalk oder der Gyps für die Praxis nach Kosten und

Effekt von Bedeutung, auch das schwefelsaure Ammoniak mittelst Zusatzes von schwefelsauren Salzen (Eisenvitriol) zu ammoniakalischen Stoffen gewonnen, verdient alle Beachtung.

Wie der Gyps wirke, ist noch immer nicht ganz klar. Daß er, wenn auch nur in geringer Quantität im Wasser löslich, in die Pflanzen als solcher eingehe, scheint mir ebenso wahrscheinlich, als daß er da, wie fast alle Verbindungen, sogleich zersetzt wird. Ein Versuch Schultze's, den wir gegen Wolff aus früher entwickelten Gründen für durchaus acceptabel halten, beweist dieß klar, wenn man auch der Erklärung der Art der Wirkung im Innern der Pflanze nicht beipflichtet. Die Analysen gegypsten und ungegypsten Klees beweisen übrigens, daß seine Wirkung viel weniger in dieser direkten Ernährungsfähigkeit, als in der Vermittlung eines anderen Nahrungsstoffes mittelst Zersetzung und Neubildung beruhe.

Die Analyse kann indessen nicht erforschen, wie die gefundenen Stoffe in der lebenden Pflanze verbunden waren, und die Diffusionszelle kann nicht beweisen, wie die diffundirten Stoffe in der lebenden Pflanze zersetzt und zu organischen Bildungen verwendet wurden.

Ob endlich eine Substanz in größerer oder geringerer Menge sich in der Pflanze finde, beweist noch nichts für oder gegen ihre Bedeutung und 0,502 Procent Schwefel des getrockneten Runkelkrautes mögen eine größere Bedeutung für das Gedeihen der Pflanze haben als 50 Procent Kalk oder Talk.

Der Gyps wandelt sich, in der Ackererde gelöst und mit kohlensauren Alkalien in Berührung gebracht, zunächst in kohlensauren Kalk und schwefelsaure Alkalien um. Mit Aetzammoniak zusammengebracht, thut er es nicht, aber er kommt in der Krume wohl selten damit zusammen. Der gebildete kohlensaure Kalk wird, obgleich im Zustande der Bildung ein besonders günstiges Diffusionsverhalten obzuwalten scheint, von untergeordneter Wirkung seyn, groß aber jene des theils mit dem kohlensauren Ammoniak der Luft, theils mit jenem im Dünger und den Pflanzenresten gebildeten schwefelsauren Ammoniak. Der Gyps wirkt mehr vermittelnd nährend, indirekt mehr als direkt.

Der Gyps zersetzt sich an der Luft schon, indem er zu kohlensaurem Kalk zerfällt; man nimmt an, daß das daneben und eigentlich deßhalb gebildete schwefelsaure Ammoniak in der Regel ausgewaschen werde.

Wenn kohlensaures Ammoniak aus dem gedüngten Boden mit ihm bei Feuchtigkeit zusammentrifft, findet dasselbe statt. Da nun schwefelsaures Ammoniak gut düngt, so läßt sich gegen diese Erklärung nichts einwenden.

Es fragt sich, ob schwefelsaures Ammoniak gleich einer Gypslösung, die dasselbe Quantum bilden kann, ebenso wie Gyps wirkt?

Wenn man aber die größeren Blattorgane der Hülsenfrüchte bei der Erklärung zu Hülfe zieht, so muß das so lange gewagt erscheinen, als man nicht bei anderen eben so große Absorptionsflächen besitzende und Stickstoff brauchende Pflanzen dasselbe nachweist, und endlich entscheidet die Zahl der Spaltöffnungen, nicht jene der Blattflächen.

Der Gyps wirkt sonach am besten, wenn er allmählig löslich gemacht mit Ammoniak sich zersetzen kann, deßwegen muß er bei feuchter Witterung auf feuchte (bethaute) Vegetabilien ausgestreut werden. Er wirkt besser, wenn die Düngerreste im Boden viel flüchtiges Ammoniak zu liefern im Stande sind, das er bindet und wenn durch den Dünger eine starke Entwicklung der Pflanze und insbesondere auch der Wurzelorgane hervorgerufen ward, damit sie die neue Ammoniakzufuhr auch rasch verwenden kann. Nur gesunde Organismen können auch größere Zufuhren assimiliren. Aber der Gyps muß doch schon auch ohne Dünger zu wirken im Stande seyn, wenn er Spediteur des Ammoniak ist.

Die Kleearten können den Boden durch Kohlen- und Stickstoffzurückgabe über das Maß, das sie von demselben empfingen, in den Wurzelresten bereichern, nicht aber an Mineralbestandtheilen, es müßte denn durch die höhere atmosphärische Ernährung auch eine stärkere Bodenernährung hervorgerufen worden seyn, diese vom Boden aufgenommene Substanz aber, mittelst Verwesung wieder der folgenden Vegetation zu gut kommend, so löslicher und besser adaptirt geworden sein, was aus der Aktion des Humifikationsprocesses gegenüber der Vegetation wahrscheinlich wird.

Der Gyps verhält sich gegen Wurzeln und Knollengewächse, gegen Kohlarten, Reps, Senf xc., gegen Rüben aller Art, fast ganz indifferent. Dasselbe ist der Fall gegenüber den Gräsern, Getreidearten und auf Wiesen, nur daß er auf letzteren das Gedeihen der Kleepflanzen vor den übrigen Wiesenpflanzen begünstigt und somit die

Wiesen verbessert. Nur die Leguminosen sind in den meisten Fällen seines günstigen Einflusses auf sie gewiß.

Die Menge des angewendeten Gypses beträgt zwischen 300—500 Kilogramm auf 1 Hektare, und die Zunahme der Ertragssteigerung geht mit der Zunahme der Verwendungsquantität durchaus nicht gleichen Schritt. Der Unterschied in der Wirkung des gebrannten Gypses vom ungebrannten ist unerheblich, fällt aber zu Gunsten des gebrannten aus. Daß dieser wirksamer ist bei gleicher Quantität, läßt sich schon daraus abnehmen, daß er wasserfrei ist, der ungebrannte davon aber 20 Procent enthält. Indessen zieht aber jener das Entwichene sehr rasch wieder an und dieser ist wohlfeiler.

Das Gypspulver muß (zur bessern Wirkung) mit den Blättern der Pflanzen in Berührung kommen, und zwar in der Jugend der Pflanzen oder des Pflanzentheiles. Dennoch sah man auch günstige Wirkung beim mittelbaren Ueberstreuen der Pflanzen, die unterm Schnee noch lagen, was nach der Theorie sehr begreiflich, und von älteren Pflanzen nach dem ersten Schnitt, was es nicht minder ist, da ja dann wieder junge Blätter hervorsprossen.

Schwerer ist die Erklärung der Wirkung nach dem Ausstreuen im Herbste und noch schwerer der Mangel aller Wirkung auch da, wo schon Gyps und Dünger im Boden ist, und alle übrigen Bedingungen zum Gedeihen gegeben sind. Denn hier ist die Luftnahrung noch nicht ersetzt. Ein gleiches wird mit den Vortheilen der Samendüngung mit Gyps der Fall seyn.

Schweren, naßkalten Thonböden wie sehr leichten Sandböden kann der Gyps auch nichts abgewinnen. Ebensowenig wirkt er Wunder in heißen Steppen oder von andauerndem heftigem Regen durchwaschenen und von kalten Winden durchsausten Strichen. Ihm ist das immer feuchte Klima maritimer Lagen, die Gegend mit gut gedeihendem Leinbau, mit starker Thaubildung und schwachem Landregen das passendste. Die sandigen Lehmböden und der milde Lehmboden überhaupt ist bei uns dem Gyps am meisten zusagend, im Süden ists auch der Thonboden, wie im Norden der lehmige Sand. Das Klima macht hier den Ausgleicher.

Der Ausspruch, daß Gyps nur wirke, wenn der Boden nicht schon ohnedem davon enthalte, ist sehr gewagt, nachdem eine Unzahl von Bodenanalysen das Vorhandenseyn von schwefelsaurem Kalk fast

überall nachweist und der angeführte Grund, daß in der Nähe von Gypsbrüchen er oft nicht wirke, insofern kraftlos wird, als ganz in der Nähe von Gypsbrüchen sehr oft der Gyps schon fehlt und Erfahrungen vorliegen, daß er da auch wirklich gewirkt habe. Er wirkte auch schon auf kalten und gypshaltigen Böden.

Es steht endlich wissenschaftlich nichts entgegen, anzunehmen, daß der Gyps sowohl direkt als Pflanzennahrung wirke, als auch indirekt durch Vermittlung solcher. In letzter Beziehung wirkt er dann nur durch seine Schwefelsäure, welche, auch nach Stöckhardts Versuchen, aus den Humusbestandtheilen des Bodens Ammoniak löslich macht und dieses in die Zeit der Bildung der Appendicularorgane den Pflanzen bietet, und die Fähigkeit der Pflanzen, Ammoniak aus der Luft einzusaugen (?) verstärkt.

In eisenkieshaltigen Braunkohlen (Oppelsdorfer Kohle) wirkt der sich allmählig durch Zerlegung des schwefelsauren Eisenoxydul beim Zusammentreten mit Kalk bildende Gyps ebenso. Deßgleichen der Gyps der Torfaschen, der oft sehr bedeutend ist, ebenso der in den Dornsteinen, Dungsalzen 2c. Ebenso Eisenvitriol, falls er in der gehörigen Verdünnung und geschützt gegen zu schnelles Verschwinden wegen leichter Löslichkeit angewandt wird.

Das schwefelsaure Ammoniak ist vor einigen Jahren als vorzüglichst düngende Ammoniakverbindung angesehen worden und die Fixation des flüchtigen reinen wie kohlensauren Ammoniaks durch zerlegbare schwefelsaure Salze, wie Gyps- oder Eisenvitriol, wird als eine profunde, unantastbare Lehre aufgestellt.

Daß sich bei Gegenwart kohlensauren Ammoniaks die Verbindung von schwefelsaurem Ammoniak und kohlensaurem Eisenoxyd oder kohlensaurer Kalk bilde, zeigt das einfachste Experiment. Wenn man aber zu vergährender Mistjauche eine concentrirte Lösung von Eisenvitriol setzt, so bildet sich eine geronnene Masse organischer Substanz neben wenig unlöslichem Eisenoxyd und nebenbei auch schwefelsaures Ammoniak.

Wenn zu einer Lösung von Aetzammoniak eine Gypslösung gesetzt wird, so wird zwar allmählig Kalk ausgeschieden, aber selbst nach langer Zeit nicht so vollständig, wie dieß mit kohlensaurem Ammoniak sogleich geschieht. Es fragt sich, wie viel wird als kohlensaures Ammoniak, wie viel als Aetzammoniak frei, dann wie viel

Eisenvitriol und wie viel schwefelsaures Ammoniak verträgt die Pflanze in Lösung?

Auf Runkeln wirkte nach Dr. Herth das schwefelsaure Ammoniak weniger, als auf andere Pflanzen, doch vermehrte es den Aschen- und Stickstoffgehalt derselben. Ebenso das kohlensaure Ammoniak. Der Eisenvitriol wirkt hier mehr für sich, dem Gyps ähnlich, als durch Zersetzung oder Fixation des Ammoniaks.[1]

§. 74.

Chlormetalle.

Es ist bekannt, daß schon die Alten auf den Schutt verhaßter, zerstörter Städte Salz streuten, um zu zeigen, daß hier nie mehr etwas grünen möge. Dazu müssen die westasiatischen und südeuropäischen Völker durch die zerstörende Kraft des über den Küstenrand geworfenen und durch Verdunstung zurückgebliebenen Meersalzes gebracht worden seyn, obgleich sie zugleich sahen, daß sogenannte Salzkräuter, Atriplex- und Halimusarten, Salicornien und Salsolen nur um so üppiger wuchsen; aber letztere waren ihnen unnütz.

Alle Pflanzen enthalten Chlornatrium (Kochsalz) aber in sehr verschiedener Menge. Es gehört aber selbst in diesen Mengen wesentlich zur vollkommenen Existenz der Pflanze, wie die phosphorsauren Salze der Thierorganismus nicht entbehren kann, obwohl man ihn damit nicht zu mästen vermag. Ein anderes ist ernähren, und ein anderes mästen, und eine Pflanze kann ernährt seyn, aber noch nicht gedüngt; Chlornatrium düngt nur da, wo es im Boden fehlt oder in zu geringer Menge vorhanden ist. Organische Düngstoffe enthalten immer sehr viel davon.

Man sprach von der Wirkung des Kochsalzes als Reizmittel,

[1] Nach Jaquemart (1852) hatte schwefelsaures Ammoniak, in den Kloaken durch beliebige Zusätze gebildet, gar keinen Erfolg als Dünger und ist nicht im entferntesten Ersatzmittel für halbkohlensaures und kohlensaures Ammoniak. Dasselbe sey mit dem Salmiak der Fall, jedoch nur wenn beide Salze zugleich mit dem Samen ausgestreut und untergebracht würden. Auch Boussingault nimmt an, daß diese Salze nur erst nach ihrer Zersetzung wirksam seyn könnten.

Nach Trommer wirkte Eisenvitriol selbst zu 6% auf lufttrockene Gartenerde berechnet nicht, nicht schädlich, nicht nützlich. Wohl aber hinderte schwefelsaure Thonerde die Vegetation so sehr, daß sie für unsere Kulturpflanzen guten Boden unfruchtbar zu machen im Stande war.

was nichts sagt, als Vertilgungsmittel von Insekten, Schnecken, Würmern, Unkräutern ꝛc., was bei der geringen Menge, die man anwendet, und bei der geringen Vertheilung nur schwach seyn kann, was letzteres gleichfalls nur für seine wasseranziehende Kraft gilt.

Die Wirkung des Kochsalzes ist noch wenig erklärt. Die mystische Wechselwirkung zwischen ihm und den schon vorhandenen Bestandtheilen der Ackerkrume, zunächst auf den stickstoffhaltigen Humus in der Ackererde, dessen Stickstoff in einem von der Pflanze aufnehmbaren Zustand übergeführt werde, ist vorerst unerwiesen, so lange das Experiment die Sache nicht lichtet. Durch die von der See her kommenden Winde wird in Dunsttröpfchen der Atmosphäre allüberallhin Kochsalz getragen; man berechnet daraus für einen Morgen Landes bei Paris jährlich 5 Pfund Kochsalz, näher an den Küsten sogar 50 Pfund. So viel scheint indessen gewiß, daß das Kochsalz in vielen Fällen und bei mehreren Pflanzen günstig wirkte; so nach Wolff bei Hafer und Gerste, auch bei Klee. Man wandte 1152 Kilogramm auf eine Hektare an. Nach Kuhlmann wirkten 200 Kilogramm auf eine Hektare Wiesen den Graswuchs sehr befördernd, jedoch nur vorzüglich in nassen Jahren, womit alle Erfahrungen übereinstimmen.

Nach Andern sollen schon 50 Pfund Kochsalz auf 1 württembergischen Morgen, ja gar nur 25 Pfund von großer Wirkung seyn. Dagegen wieder zeigten 1000 Kilogramm auf 1 Hektare die höchste Wirkung nach Andern und eben dieses Quantum erklärte Schübler für nachtheilig. Samen in Kochsalz eingeweicht keimen leichter, wie wir selbst an Maulbeersamen erfuhren, aber bei schon entwickelten Würzelchen schadet es. Es wirkt nach Herth nachtheilig auf den Zuckergehalt der Runkelrüben; 3 Theile Wasser lösen 1 Theil Kochsalz, aber erst 460 Theile Wasser 1 Theil Gyps; dreimal mehr löst kohlensäurehaltiges Wasser.

Chlorammonium oder Salmiak wirkte nach den Kuhlmann'schen Versuchen zu 266 Kilogramm auf 1 Hektare sehr nützlich für Wiesen. Jacquemart will seinen Nutzen ganz läugnen, aber viele neuere Versuche haben ihn außer Zweifel gestellt (siehe oben bei Ammoniaksalz). Es wirkt ausgezeichnet auf Runkelrüben (Herth).

Salmiak enthält in 100 Pfund 26 Pfund Stickstoff oder 31½ Pfund Ammoniak; er kostet immerhin noch einmal so viel, als er

als Dünger werth ist. Die sehr zuverlässigen neueren Arbeiten Hennebergs, der mit Salmiak, Chilisalpeter, Superphosphat, allein und in Mischungen, experimentirte, erlauben vorerst den Schluß, daß in allen Fällen seiner Versuche der Zusatz von Salmiak eine Vermehrung der Halmzahl im Gefolge gehabt hat, was bezüglich der Aehrenzahl nicht durchweg der Fall war, wohl aber waren die Fruchtansätze der Pflanzen gleich; immer auch erschien durch Salmiakdüngung eine Verzögerung der Vegetation.[1]

§. 75.

Silikate.

Die Anwendung der löslichen Verbindungen dieser Gruppe ist bis jetzt mehr innerhalb des Gebietes der Vorschläge geblieben. Vorerst war das kieselsaure Kali, dann auch (zunächst von Belgien aus) kieselsaures Natron empfohlen. Ihnen an schloßen sich Way's Doppelsilikate.

Da der Thon zu den Silikaten gehört, so wird die Verhandlung über den gebrannten Thon als Düngmittel hier am rechten Orte seyn.

Auch hier muß nach unsern Kenntnissen die Wirkung eine zusammengesetzte seyn und zwar

1) weil der gebrannte Thon mehr lösliche Salze abgibt, als der ungebrannte ($1\frac{1}{3}$ mehr) und

2) weil er weniger Nässe hält und nicht so lange wie ungebrannter eine Quelle von Verdunstungskälte ist.

Ob er auch sich rascher erwärmt als ungebrannter Thon und namentlich gleich dem Kalk, sollte durch einen Versuch gefunden werden. Seine größere Ammoniak absorbirende Kraft, das Vermögen, kieselsaure Ammoniakthonerde und vielleicht kieselsaures Ammoniak selbst zu bilden (im Sinne Way's) wird gegenüber dem ungebrannten Thone vermuthet.

[1] Auf 12 Kubikzoll humusreiche Gartenerde wurden im Lysimeter 5 Kubikzoll destillirten Wassers, in welchem ein Gramm Kochsalz gelöst war, in Interstitien in 24 Stunden gegossen. Diese Wassermenge trifft nämlich in München auf die drei Monate erster Vegetation, auf März, April und Mai. Das Abgelaufene war nur sehr wenig von Humussubstanzen gefärbt, neutral; das darin gefällte Chlor betrug 124 Mgr.

Der gebrannte oder eigentlich nur geröstete Thon wird in verschiedenen Weisen angewandt. Nach dem Beatson'schen System ist es klar, wie Hlubeck gezeigt hat, daß er nur die Stelle des kostspieligeren Kalkens in England vertrat und dieß nur unvollständig und theurer. Da man überdieß im Drainiren ein wohlfeileres Mittel besitzt, die zu große Nässe und Kälte der Grundstücke zu mildern, so wird vom Thonbrennen neuerlich wohl ganz abzusehen seyn.

§. 76.

Humate.

Nach den von uns schon oben mitgetheilten Versuchen müssen wir schließen, daß die sogenannten eigentlichen humussauren Salze als solche nicht in die Pflanze eingehen. Es ist niemals ein Eintreten derselben in die Pflanzenzellen auf dem Wege der Diffusion bemerkbar. Nur allein das quellsalzsaure Ammoniak als Zersetzungsprodukt der Humussäure selbst macht davon eine Ausnahme.

Indessen wendet aber Niemand reine humussaure Verbindungen für sich an, und kann somit dieses Kapitel nutzbringender übergeführt werden zu den von organischen Substanzen herrührenden Düngermaterialien, da diese selbst nur im Uebergange zu unorganischen Verbindungen pflanzennährend wirken.

Es war ein großer Fehler, daß man sich von der alten Humustheorie auf die der Huminsäure und deren Salze verirrte. Gerade nur der Humus als Complex so verschiedener eben zerfallender Substanzen kann seinen Rang als oberster Heerd aller Pflanzennahrung behaupten. Man muß den Humus erklären, aber nicht tausendjähriger Erfahrung gegenüber jählings beseitigen.

Der Humus der Chemiker, eine Verbindung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, in der Art, daß letztere in denselben Mengenverhältnissen wie im Wasser vorhanden sind, ist nicht der Humus der Landwirthe.

Der Humus der Landwirthe ist eine vom Zerfallen organischer Substanzen nach Texturverlust mittelst der Processe der Gährung, Fäulniß, Verwesung und Vermoderung bis zum Verschwinden aller näheren und entfernteren Bestandtheile immer in ihrer Zusammensetzung wechselnde Substanz, das Reich der Gebilde, durch welche

die Natur das Organische zum Unorganischen zurückführt. So lange dieß dauert, dauert die Quelle für Pflanzennahrung; so wie umgekehrt das Aufbauen des Zerfallenen beginnt, beginnt sie zu versiegen und der vollendete Organismus kämpft ewig gegen die Humifikation.

Die Produkte der Humifikation bilden einen großen Abschnitt in der Chemie. Wie sie sich unter gewissen Bedingungen gestalten, welche künstliche und natürliche Einflüsse ihre Atomencomplexe leicht zu ändern im Stande sind, wie diese Produkte für die Pflanzen wirken, wäre ein ebenso nützliches Studium, wie z. B. jenes der Produkte allmähliger trockener Destillation, oder die Betrachtung der Benzyl-, Aethyl- und Phenylreihen, wie die Homologen der Humingruppe oder des $C_{40}\ H_{24}\ O_{12}$ und $C_{48}\ H_{24}\ O_{24}$, $C_{24}\ H_{21}\ O_{16}$, oder des Ulmin = $C_{40}\ H_{16}\ O_{14}$ Humin = $C_{40}\ H_{15}\ O_{15}$.[1]

§. 77.

Die Düngerschätzung.

Von verschiedenen Standpunkten ausgehend, haben bedeutende Landwirthe die Düngerwerthberechnung zu sehr verschiedenen Resultaten gebracht. Bald wurden die Produktionskosten, bald nur die Leistung selbst, endlich der Marktpreis als Ausgangspunkte genommen. Offenbar ist vom wirthschaftlichen Standpunkte aus der Tauschwerth, in Geld gemessen, am meisten Erfolg versprechend im Calculiren. Es ist bezüglich der Leistung eines Düngers unendlich schwer, alle dazu influirenden Ursachen in gehörigen Ansatz zu ziehen, die Zusammensetzung des Bodens, den Bedarf der gebauten Pflanze,

[1] Kaum mit Grund wird hieher eine neue Art Dünger gezogen, den Gutsbesitzer Ehrhardt in Sachsen erfand. Von dem Grundsatze ausgehend, daß durch eine langsame Verkohlung dieselben Produkte erzeugt werden, als durch die Fäulniß, und bedeutend schneller, construirte er Oefen zur Destillation stickstoffhaltiger Substanzen, zunächst wollener Lumpen, und brachte bei langsamer Verkohlung in die Vorlage zur Absorption der Ammoniakverbindungen, zunächst des Carbonates, humushaltende Substanzen, wie Torf, gute Gartenerde ꝛc. Es kommt darauf an, wie theuer das Material zur Destillation bei größerer Nachfrage zu stehen kommt, insbesondere wo die Wollabfälle und Wolllumpenkartätschenfabriken ꝛc. concurriren. Es kommt das Pfund Stickstoff hier zu 2—3 Sgr. zu stehen, während es im Guano auf 9 Sgr. kommt.

die Witterung, die Art des Baues, der Düngeranwendung und anderes.

Es mögen z. B. in einem Boden alle Pflanzennährstoffe, mit Ausnahme des Kalkes, fehlen. Ein zugebrachter Kunstdünger enthält neben Ammoniak, Alkalien und Phosphaten auch viel Kalk und wirkt demgemäß außerordentlich. Die Wirkung ist aber offenbar nicht dem ganzen Kunstdünger, sondern nur dem Kalk zuzuschreiben und ein guter Wirthschafter thut übel, mehr für den Kunstdünger zu bezahlen, als der Kalk darin kostet. Die Leistung eines Düngers und sein Geldwerth sind oft verschiedene Dinge. Weiß man nun den Gehalt eines Kunstdüngers und kennt den Handelswerth der einzelnen Bestandtheile, so kann man ziemlich genau den Geldwerth des ganzen Düngers bestimmen. Jener Handelswerth ist aber wechselnd, denn Ausgebot und Nachfrage bilden den Preis.

Man schätzt z. B. zur Zeit

	per Pfund. Sgr.	Pf.
1) Stickstoff als Ammoniak	6	8
2) Stickstoffe in thierischer und vegetabilischer Substanz	5	—
3) Salpetersaures Natron	1	8
4) Phosphorsauren Kalk	1	10
5) Phosphorsauren Kalk allein	1	8
6) Sauren phosphorsauren Kalk	3	9
7) Kalisalze	1	1
8) Kali allein	1	8

(Völker.)

Bei solchen Preislisten ist zu erinnern, daß diese Substanzen sehr oft von den Landwirthen in einer Form bei ihrer Wirthschaft selbst vorkommen, in welcher sie nicht Handelsartikel, nicht Gegenstände der Industrie werden können, bei mangelnder Nachfrage und großem Ausgebot also sehr tief im Preise stehen.

Der Stickstoff im Urin und der Exkremente, welche beide in der Einstreu sich vereinen, werden ebenso verschieden wie etwa jener im Eiweiß oder dem Casein geschätzt werden müssen. Kali, aus Holz oder Asche gewonnen, wird anders zu schätzen seyn, als jenes aus Thon- und Lehmlagern, und die Liste hat somit nur relativen Werth, wenn sie sich nämlich auf künstliche Fabrikate bezieht.

II. Mist.

§. 78.

Die Auswürfe.

Man versteht den Mist nicht, wenn man nicht weiß, was ein Exkrement oder Auswurf ist.

Ein Kalb, welches nur Muttermilch zu sich nimmt, erhält dadurch alles, was es nicht bloß zum Bestande, sondern auch zum Wachsen braucht, und letzteres ist hier wesentlich sein Bestehen. Gesetzt, es nähme ein Kalb täglich im Durchschnitt für seine vierwöchentliche Saugperiode 20 Pfund Milch zu sich, so sind darin wenigstens 359 Gramme Stoffe zur Wärmeerzeugung (Milchzucker) und etwa 200 zur Fettbildung, endlich eben so viel und mehr zur Blut- und Fleischbildung, und 7 Gramme und darüber unorganische Stoffe, etwa zur Knochenbildung; es hat also ein von der Natur gegebenes Verhältniß von 10 Theilen plastischen Stoffes zu 10 Theilen Fett und 20 Theilen Zucker und etwa 0,6 Salzen statt. Aber dieses Verhältniß findet sich begreiflich nicht wieder in den Exkrementen, auch nicht das der Elementarzusammensetzung. Ein Theil dieser Stoffe ist verbrannt, ein anderer ist Fett, einer ist Muskelfleisch und wieder ein Theil ist Knochenerde und Salz geworden.

Meint man nun, daß die Exkremente nur den Rest der gesaugten Milch, der nicht verbraucht ward, enthalten? Obgleich nun das Kalb wächst, so geschieht dieß doch theilweise unter Rückbildung anderer schon vorhandener Organe. Wir erinnern nur an die nicht bleibenden Knorpelgebilde. In Folge des rückbildenden Stoffwechsels kommen schon Theile, die ausgenützt und zerfallen sind, zur Ausscheidung, diese mischen sich mit der ausgenützten Milchquote, und gehen großentheils in den Exkrementen, auch im Harn, in der Haut- und Lungenausdünstung fort.

Die Exkremente des Kalbes sind eben schon wegen des Vorwiegens der Neubildung, des Wachsens, stickstoffärmer als die genossene Nahrung. Bei schlechter Verdauung ist dieß schon nicht mehr der Fall und bei Krankheiten tritt selbst das Gegentheil ein.

Das entwöhnte und nun erst zum Pflanzenfresser gewordene Kalb, endlich die Kuh und das Rind überhaupt scheiden mittelst des Darmes

1) die unverdaulichen Stoffe aus. Dahin gehören der ältere Zellstoff, die harte, holzige Pflanzenfaser, die man an den Auswürfen der Pferde noch sehr grob vertheilt, schon feiner an jenen der Wiederkäuer mit bloßem Auge erkennt. Doch zeigt das Mikroskop diese durch die Verdauung ausgelaugten oder macerirten Pflanzentheile noch viel schöner. (Fig. 10.)

Fig. 10.



Dahin gehört der färbende Bestandtheil des Satzmehles der grünen Pflanzentheile, das Chlorophyll, d. h. der Farbstoff und das Wachs.

2) Die zwar löslichen, aber auch vom gesunden Organismus nicht zersetzten (nicht verdauten) Stoffe, wie z. B. Pflanzengummi, Salze der Pflanzensäfte rc.

3) Alles, was gegen die normale Proportion der Nährstoffe, der stickstofffreien zu den stickstoffhaltigen, verstößt; alles Uebermaß der einen oder der anderen, wenn auch die Grenzen vorerst noch nicht sehr sicher festzustellen sind. (1:3 bis 1: 7.)

4) Alles, was dem rückbildenden Stoffwechsel anheimfällt, als fortan unnütz aus dem Körper geschafft wird, um Neubildungen Platz zu machen. Dazu auch die der Verdauung selbst dienenden und mit ihr umgeänderten Säfte der Verdauungsorgane, z. B. Gallenbestandtheile. Wenn ein Thier auf jener Stufe angekommen ist, auf der weder das Wachsen noch die Abnahme vorherrscht, also auf dem Culminationspunkte seiner natürlichen Entwicklung, sind Ausfuhr und Zufuhr sich gleich, nur aber ist die Ausfuhr nicht bloß in den Exkrementen, sondern auch und ganz besonders wichtig für den Landwirth im Harn und der Ausdünstung, (endlich bei Nutzung der Milch oder der Erzeugung eines Jungen) zu suchen. Später wiegt die rückbildende Metamorphose vor und die Ausscheidungen sind reicher an stickstoffhaltiger Substanz, als die Zufuhr.

Im Allgemeinen müssen nach dem Gesetze der organischen Statik für die ganze Zeit einer organischen Existenz Zufuhr und

Ausgabe Bilanz halten und die Angabe, daß die Ausscheidung im weitesten Sinne bald reicher an Aschenbestandtheilen, bald an Stickstoff reicher als die Zufuhren seyen, ist nur relativ richtig.

Von 100 Theilen aufgenommenen Wassers erschienen bei einer Kuh wieder in der Milch 10,2 Proc., in festen Exkrementen 34,0 Proc., im Harn 10,0 Proc., in der Ausdünstung durch Athmen 45,0 Proc.

Von 100 Theilen aufgenommener Nahrung gab wieder:

	Die Milch. Procent.	Feste Exkremente. Procent.	Harn. Procent.	Ausdünstg. d. Athem. Procent.
Kohlenstoff	13,0	25,8	5,4	52,2
Wasserstoff	16,6	34,9	4,2	55,8
Stickstoff	22,8	45,6	18,1	13,5
Sauerstoff	7,9	37,4	6,3	48,5
Asche	6,1	53,9	43,1	3,1
Nahrung überh.	10,3	34,4	9,9	45,4

(Boussingault.)

Da die Pflanzenfresser nur von Pflanzen leben, die Fleischfresser aber von ihnen und ihren eigenen Genossen, so muß in den Exkrementen derselben und in ihrem Leibe auch alles vorhanden seyn, um wieder Pflanzentheile zu bilden. Dieses ist und zwar im bestpräparirten Zustande, zur Assimilation am besten vorbereitet, im faulenden Harn und den faulenden Exkrementen der Fall.

Aber die Auswürfe (feste wie flüssige) sind nach der Art der Thiere, ihrem Alter, ihrer Nahrung, ihrem Gesundheitszustande, ihrer Behandlung überhaupt sehr verschieden.

§. 79.

Die Auswürfe der Pferde.

Die festen Auswürfe des Pferdes zeichnen sich durch einen starken Gehalt grob vertheilter Pflanzentheile, die man noch kaum Zellstoff oder Faserstoff nennen kann, aus. Viele Pflanzentheile sind weder fein verkleinert, noch von Verdauungssäften durchweicht und Stroh- wie Heutheile gehen in groben Massen mit den Exkrementen ab. Man fand in 24 Stunden von einem Pferde 30 Pfund Exkremente, nachdem es längere Zeit täglich 6½ Pfund Hafer, 6 Pfund Heu und 2 Pfund Roggenstroh erhalten hatte. In den Exkrementen waren 20 Procent Trockensubstanz, also 80 Procent

Wasser. Die eingenommene Pflanzenfaser wird, die ältere wenigstens, vom Pferde nicht verdaut.

Der Stickstoffgehalt wechselt begreiflich sehr, er wird jedoch nicht leicht im Durchschnitt 1 Procent übersteigen. Einige fanden zwar 2 Procent, andere nur 0,8, wir selbst in mehreren Versuchen nie mehr als 1,2.

Die Exkremente der Pferde werden trotz ihrer Armuth an Stickstoff (der Harn ist um so reicher daran) als Dungstoff sehr geschätzt, man rühmt an ihnen die große Gährungswärme, die sie entwickeln. Es rührt diese mehr physikalische Seite ihrer Dungkraft von der Lockerheit und mäßigen Feuchtigkeit derselben her, was indessen kaum zur vollen Erklärung genügt. Sie sind zumeist mit dem Harn der Pferde imprägnirt und saugen diesen gerne ein. Dadurch aber wächst ihre Dungkraft und die Entwicklung von Ammoniak aus dem Harnstoff des Urins bedeutend.

Die chemische Analyse kann darin keine organisch-thierische Substanz, keine Proteinstoffe finden, sie extrahirt nur schwache Reste der Zersetzung der Galle und deren Säuren, dann sehr wenig Darmschleim und Farbstoffe, wie Wachs, das Chlorophyll genossener Pflanzen; außerdem alles nicht Verdaute der Pflanzen selbst und das ist nicht wenig.

Das wichtigere Düngermaterial der Pferdeexkremente findet sich im Harn. Der Pferdeharn ist in der That eine ganz besondere, interessante Flüssigkeit; mit ihm gehen fast alle Salze aus dem Organismus. Der denselben so sehr trübende Bodensatz besteht fast nur aus kohlensaurem Kalk und wenig Talkerde, beide in sehr schönen Krystallformen. Wird der Harn älter, dann findet man sehr viele glänzende Octaeder des kleesauren Kalkes.

Dieser Bodensatz beträgt nach unsern Untersuchungen oft 2 Procent der Flüssigkeit, und stellt eigentlich lauter kleine Harnsteine dar. Im Harn ist ferner gelöst: Harnstoff durchschnittlich 1 bis 2,5 Procent (er enthält mehr als die Hälfte Stickstoff); Hippursäure, sehr wechselnd von 0,8 bis 1,8 Procent; Schleim 0,05 Procent. (Die unorganischen Bestandtheile siehe im Anhange.)

Reich an Alkalien und Stickstoff, arm an Phosphaten, das ist der hervorstechende Charakter des Pferdeharns.

Der Harn des Pferdes ist stark alkalisch, der des Rindes ebenso, der des Menschen reagirt sauer, auch häufig der des Hundes

und Schweines. Bei einer Temperatur von ungefähr 15° R. sind binnen vier Tagen alle Harne stark alkalisch, Ammoniakbildung hat mit Kraft begonnen.

Was der Pferdeharn in der Mistjauche bedeute, wird weiter unten gesagt werden.

§. 80.

Die Auswürfe der Rinder.

Die Exkremente des Rindes enthalten im Allgemeinen etwas mehr Wasser, als jene des Pferdes, doch ist dieß je nach der Fütterung sehr verschieden. Man nimmt 14—15 Procent, also 85—86 Procent Wasser an.

Sie enthalten weniger Pflanzenzellen und diese feiner macerirt als die Pferdeauswürfe.

Nach neuesten Versuchen verdauen die Wiederkäuer jüngere Pflanzenzellen und die jüngere incrustirende Substanz, so zwar, daß man kaum die Hälfte derselben in den Exkrementen wiederfindet. Der Gesammtfaserstoffgehalt der Rinderexkremente beträgt 11 Procent weniger, als jener der Pferde.

Die Chemiker führen neben Wasser- und Pflanzenzellstoff noch allerlei, als „grüne fette Substanz," „Bubulin," „harzige Substanz," „Pikromel" ꝛc. auf, ein Beweis, daß man über die Rolle dieser mit Aether und Alkohol ausziehbaren Substanz nicht im Klaren ist.

Wir halten sie für Gallenharz und Chlorophyll, für den Farbstoff und das Wachs des Blattgrün, das Satzmehl selbst aber wird von den Pflanzenfressern verdaut.[1] Die anfangs dunklere Färbung der Exkremente an der Luft rührt von der Oxydation dieser Fettwachse

[1] Exkremente von einer Kuh, die kein Chlorophyll im Futter erhalten hatte, sondern mit Stroh, Mehl und Kleie länger gefüttert wurde, enthalten nach einer Untersuchung in 100 Theilen

84,470 Wasser
15,530 feste Bestandttheile.
100,000

Darin waren 0,314 Gramme mit Aether und Alkohol ausziehbares Fett. Dieselbe Kuh, mit Gras und Heu, also Chlorophyll haltenden Stoffen gefüttert, gab aus 100 Gewichtstheilen ihrer Exkremente 4,000 mit Aether und Alkohol ausziehbare Substanz. Es kommen also 3,686 Gramme, so sollte man meinen, auf Rechnung eben der Fettbestandtheile des Chlorophylls.

her, nach allmähliger Zersetzung derselben durch Wasser und Luft bleichen die Auswurfstoffe. Man nimmt den Stickstoffgehalt der trockenen Rinderexkremente auf 1,7 Procent im Durchschnitt an. Nach Nutzungsverhältniß der Rinder, nach dem Stadium ihrer Entwicklung und ihrer Fütterung wird dieß sehr verschieden seyn, so daß der Durchschnitt um mehr als das Doppelte steigen oder sinken kann.

Man sieht daraus, was Ertragsberechnungen, darauf basirt, für einen geringen Werth haben.

Der Mist des Mastviehes wird besonders hoch geschätzt. Dieß liegt in der hier meistens stattfindenden Luxusconsumtion. Es wird aber Luxusconsumtion auch bei jeder Fütterung getrieben, wenn das richtige Verhältniß zwischen stickstofffreien und stickstoffreichen Nährstoffen im Futter nicht eingehalten wird. Was die letzte Grenze der Proportion überschreitet, was sie überhaupt stört, bewirkt eine Ausscheidung von ungenützten, mit dem hier gewöhnlich sehr intensiv nährenden Futter zugeführten Stoffen. Ueberdieß wird der Verbrauch plastischer Nährstoffe bei der Mastung durch Ruhe, Blutentziehung ꝛc. noch mehr gemindert, als jener der Kohlenhydrate, aber die Zufuhr in der Regel gemehrt; der Ueberschuß in der Ausscheidung ist also klar.

Gewöhnlich betragen die frischen Rindsexkremente das Doppelte der genossenen Futterstoffe bei Heu- und Strohfütterung; das gleiche Quantum bei vorwaltender Wurzel- und Knollenfütterung.

Der Stickstoffgehalt der Rinderexkremente ist ohne Urinzusatz so gering, daß ihre Gährung der Vegetation nicht schadet. Ihr Werth entsteht erst durch Zusatz des Harns und Formbildung mittelst der Streumaterialien.

Die Entstehung kahler Stellen da, wo diese Auswürfe auf Wiesen oder Weiden liegen bleiben, rührt vom Abschluß der Luft für die bedeckten Vegetabilien her. Diese Auswürfe enthalten nämlich einen Abkömmling der Eiweißstoffe (schleimiger Eiweißstoff, der das Gerinnen in der Siedhitze mit letzterem, die Consistenz mit den Schleimtheilen gemein hat) welcher an der Luft durch Wasserverlust vertrocknet, erhärtet und dann eine Kruste bildend sich schwer wieder löst, eigentlich nur zersetzt. Er ist die Ursache der Verwendung des Kuhmistes zum Bedecken wunder Stellen an Bäumen, wie der Zellstoff jene der Benützung als Brennmaterial.

Die Auflösung frischen Rindsmistes in Wasser zur Gülleberei-tung (100 Theile Exkremente auf 3—600 Theile Wasser) ist ohne Harnzusatz von nur schwacher düngender Kraft. Mit letzterem kann die Gülle, vergohren, aber ohne Verlust der Gase, zur höchsten Wirkung sich steigern.

Anderson berechnete den jährlichen Betrag der festen und flüssigen Rindsexkremente sehr mäßig (60 Pfund in 24 Stunden, darunter 18 Pfund Harn)

zu 103,3 Pfund	Ammoniak	à 5 Sgr.	= 17 Thlr.	6½ Sgr.
„ 88,5 „	Kali	à 2½ „	= 7 „	11 „
„ 64,0 „	Phosphorsäure	à 4¼ „	= 3 „	20 „
			27 Thlr.	7½ Sgr.

Die Exkremente eines Rindes, welches mit frischem oder getrocknetem Gras (Heu) gefüttert wird, lassen mit destillirtem Wasser digerirt sich nur schwer filtriren. Es muß aber dieses, soll die organische Substanz derselben ohne Verlust bestimmt werden, möglichst schnell geschehen, begreiflich noch mehr bei höherer Temperatur; colirt vorerst und dann durch grobes Fließpapier filtrirt, erhält man eine immer noch stark grün gefärbte Flüssigkeit, aus welcher durch Siedhitze nur Spuren von Eiweißstoff gefällt werden.

Das Fluidum, eingedickt und mit Weingeist behandelt, läßt Schleim ausfallen. Die Schleimzellen umhüllen sehr schön die Ballen des Roßmistes, und das Mikroskop zeigt dieselben ähnlich den Eiweißschollen, wie sie die Histologen abbilden; immer aber sehr wenig.

Werden die Exkremente getrocknet, so verlieren sie bekanntlich zwischen 75—82 Procent Wasser.

Getrocknet, gepulvert und mit Aether ausgezogen, lieferte der Aether 4,5 Procent wachsartige, grüne, dem Chlorophyll durchaus ähnliche Masse. Sie schmilzt äußerst rasch in der Wärme. Salpetersäure zeigte in ihr kein Gallenpigment, aber die Pettenkofer'sche Probe ließ Gallentheile schwach zugemengt erkennen.

Ferner waren 1,040 Procent mit Alkohol ausgezogene grüne Fettsubstanz noch vorhanden, so daß sich diese Analyse in 100 Theilen lufttrockenen Kuhmistes stellt: 5,740 Chlorophyll und Gallenharzsubstanz, letztere nur in Spuren, 1,040 farblose Fettwachsart, 93,220 Zellstoff nebst darin eingeschlossenen und enger gebundenen Wasser und übrige Substanzen; zus. 100,000.

Das Chlorophyll, aus vollkommen gereinigtem Satzmehl (Chlorophyllkugeln) dargestellt, reagirt mit der Pettenkofer'schen Probe, auch als schwach stickstoffhaltig, aber weitaus nicht so stark, wie die mit den Gallensäuren versetzten Chlorophyllmassen der Exkremente.

Mit Salpetersäure reagirt es nicht.

Nach der Erschöpfung des grünen Satzmehles der Pflanzentheile mit Aether und Alkohol bleibt eine weißgraue Masse übrig, die unter dem Mikroskop

1) entschiedene, mit Jod sich blau färbende Kügelchen von Stärkemehl,

2) grummöse Masse und

3) amorphe Schollen, die, stark stickstoffhaltig, sich mit Jod bräunen und der großen Reihe incrustirender Substanzen angehören, zeigen.

Mit heißem Wasser behandelt, ändert sich nichts, nur daß Jod das Stärkemehl besser bläut. Es entsteht aber keinerlei Art Kleister. Länger gekocht, löst sich noch eine braune Masse, huminartig, es werden die incrustirenden Substanzen in Humin verwandelt! In Aetzammoniak gelöst, wird die Humussäure von Salzsäure ausgefällt. Auch frisches Satzmehl sammt Chlorophyll stark gekocht, gibt Humussubstanz. Diese äußerst leichte Ueberführbarkeit eines Theiles der incrustirenden Substanz in Humusbildung ist sehr wichtig für den Ernährungsproceß der Pflanzen und ist schon oben bei der Lehre vom Humus besprochen worden.

Man muß diese Veränderung von jener des Farbstoffes des Chlorophyllwachses wohl unterscheiden. Auch läßt sich das Humin durch Bildung von humussaurem Ammoniak und Fällung mittelst Salzsäure nachweisen.

250 Mgr. reines mit Aether erhaltenes Chlorophyllharz von Rum. obtusifol. mit Natronkalk auf Stickstoff geprüft, gab 0,111 Mgr. Platinsalmiak ab, oder 44 Procent, d. h. 2,5 Procent Stickstoff, was mit der Untersuchung Berzelius' und Mulders wohl übereinstimmt.

Der Harn des Rindes ist klar und hell, wenn normal und ohne arbeitende Anstrengung der Thiere gewonnen. Er braust auf Säurenzusatz sehr stark und verbreitet dann (von freiwerdenden Fettsäuren?) einen üblen Geruch, den er vorher nicht hatte. Im

Gegentheil, es riecht das aromatische Oel der Heublumen — das Cumarin — heraus, wie im Pferdeharn das Benzin. Zusatz von 5 Procent Salzsäure fällt unter heftigem Brausen die Hippursäure in schönen Krystallnadeln meist aus; daß sie, in die verwandte Benzoesäure übergeführt, Gegenstand der Fabrikation ist, sey bloß erwähnt. Der Harnstoffgehalt beträgt nur 0,6—1,0 Procent. Ersteren bei Grasfütterung. Er steigt bis 1,9 bei besserer Fütterung.

Die unorganischen Bestandtheile sind vorzüglich Kali, wenig Kalk und Talkerde. Während beim Pferde enorm viel Kalk im Sediment des Harnes den Körper verläßt, geschieht dieß beim Hunde bekanntlich in den Exkrementen fast ausschließlich (wir fanden nur Spuren im Urin), beim Rinde und dem Schweine nirgends auffällig. Warum setzen manche Thiere so rasch Kalkerde um?

Den Rinderharn charakterisirt starker Gehalt von Hippursäure und Alkalien, Mangel an Erden und Phosphaten insbesondere.

Den Schweineharn charakterisirt ein starker Kochsalzgehalt, ebenso den Harn der Hunde.

Auf der Miststätte finden sich in der Regel alle diese Harne zusammen, je nach Umständen oft sehr verdünnt, oft auch sehr concentrirt und in verschiedenen Stadien der Umsetzung.

§. 81.

Die Auswürfe der Schafe und Schweine.

Die Exkremente der Schafe enthalten den Pflanzenzellstoff noch feiner vertheilt, sind sehr reich an Stickstoff (2,8—3,0 Procent), haben am wenigsten Wasser und stimmen in ihren Aschenbestandtheilen mit jenen der Pferdeauswürfe überein. Man rechnet 4 Pfd. Exkremente von einem Schafe in 24 Stunden.

Der Harn der Schafe ist arm an Harnstoff und noch ärmer an Hippursäure (0,125—0,088), Natron und Kali herrschen in den Salzen vor.

Die Exkremente der Schweine, als „kalt" bezüglich der Düngerwirkung verrufen, sind sehr verschieden nach ihrer Werthschätzung, je nach der sehr wechselnden Fütterung, der Verdünnung des Futters, der Nutzungsart, dem Alter u. a.

Der Harn der Schweine wird für ätzend oder scharf gehalten,

scheint also a priori sehr stickstoffreich, da die Ammoniakbildung, davon hergeleitet, die Ursache der Schärfe ist.

Dieß ist jedoch in so hohem Grade verschieden, daß bei stark verdünnter Fütterung mit Küchenspülicht und Haferschrot der Harn eines Mutterschweines im Durchschnitt nur 0,3—0,6 Procent Harnstoff enthielt. Aber der Harnstoffgehalt ist sich bei gleichem Nahrungs- und Kraftverbrauchsverhältniß auf ein bestimmtes lebendes Gewicht der Säugethiere gleich, und nur die Verdünnung mit Wasser bei der Ausscheidung gibt die Verschiedenheit.

§. 82.

Mistjauche und Harn.

Wir erklären vorerst, daß wir keine subtilen Unterschiede zwischen Jauche, Odel, Pfuhl, Gülle oder Hüll annehmen, sondern unter Mistjauche jene Flüssigkeit verstehen, welche aus den flüssigen Theilen der Thier- und Menschenauswürfe, dem Urin sammt zufälligen Wasch-, Regen- oder andern Wassern bestehen, das Wasser, welches den Stallmist begleitet und umgibt. Es ist demnach klar, daß seine Bestandtheile sehr wechseln können, aber es ist dieß doch im Großen nicht so sehr der Fall, daß sich darauf keine Berechnungen gründen ließen.

So reichlich auch der Urin der Kühe fließt (man erhält in 24 Stunden 7—10,000 Gramme oder etwa 20—22 Pfd. von einer Kuh und nur 1330 Gramme von einem Pferde), so würde derselbe ohne Zugießen von Tränke- oder Waschwasser 2c. nur in sehr geringer Menge die Mistgrube erreichen, weil der größte Theil derselben von den Streumaterialien und von den Exkrementen selbst aufgesaugt wird und allmählig eintrocknet oder wenigstens durch Verdampfen sehr dickflüssig wird. Er wird dadurch, wie wir bald hören werden, die vorzüglichste Stickstoffquelle des Mistes, seines nützlichsten Bestandtheiles.

In den gewöhnlichsten Fällen nur gelangt der Harn, mit einigem Stallwasser vermischt, auf die Odel oder Mistgrube, durchsetzt oft hier neuerdings die alten Mistschichten, verliert zwar noch mehr Wasser durch Verdunsten auf der Oberfläche, wird aber zugleich dem Zufluß von Regen- und Schneewasser, von Wasch- und Küchenwasser ausgesetzt. Diese den Misthaufen durchziehenden Wasser

lösen aus den Auswürfen noch viele andere Stoffe auf, mischen sich mit dem Harne, sammeln sich an den tiefsten Stellen der Mistgrube mit oder ohne eigene Behälter, und unterliegen der Zersetzung.

Nunmehr ist Zeit, von den für den Dünger wichtigsten chemischen Bestandtheilen dieser Jauche zu reden.

Wenn auch durch Spül- und Waschwasser die mannigfaltigsten Stoffe der Mistgrube zugeführt werden können, so brauchen wir das doch nicht zu berücksichtigen, denn bei dem eigentlichen Landwirthe ist diese Zumischung gewöhnlich nicht sehr erheblich. Ihre wichtigsten Bestandtheile sind außer der Unreinigkeit der Wäsche Fettsäuren mit den Alkalien der angewandten Seifen.

Die Zumischung von Meteorwasser verdünnt bloß die Jauche, aber ändert sie nicht wesentlich. Ihr wesentlichster Bestandtheil ist immer der Harn, und zwar der Harn der Rinder und Pferde.

Es ist eine alte und richtige Annahme, daß der Harnstoff darin die Quelle des Stickstoffes sey. Nach unsern vielfältigen Untersuchungen enthält Pferdeharn durchschnittlich in 100 Gewichtstheilen 1—2,5 Procent Harnstoff. Da dieser mehr als die Hälfte an Stickstoff enthält, so ist die mittlere Annahme von 1½ Procent Stickstoff aus 100 Gewichtstheilen frischen Harnes gerechtfertigt. 100 Pfund Harn werden also 1½ Pfund Stickstoff liefern und nach Stöckhardts Schätzung desselben 28—30 Kreuzer zur Zeit werth seyn, wenn er es in assimilirbarer Form ist.

Indessen gibt es aber noch andere bis jetzt unbeachtet gebliebene Stickstoffquellen des Harnes der Rinder und Pferde, auch der Menschen und Schweine. Es sind dieß die stickstoffhaltigen Säuren des Harnes, die Hippursäure der ersteren und Harnsäure der letzteren. Dazu kommt noch viel Schleim bei den Pferden.

Boussingault fand im Harn einer Kuh, der in 24 Stunden gewonnen wurde, und 8200 Gramm betrug, nur 37 Gramme oder etwa 3 Loth Stickstoff. Da die Kuh in den Nahrungsmitteln (festen und flüssigen) 202 Gramme Stickstoff erhalten, in den festen und flüssigen Auswürfen aber wie in der Milch nur 175 Gramme wiedergegeben hatte, so mußte der Rest, falls das Thier ihn nicht sich zulegte, wuchs oder ein Kalb bildete, durch die Lunge und Haut

(als Ammoniak) ausgedünstet seyn. Daß übrigens die Ausscheidungen immer ärmer an Stickstoff seyen, als die aufgenommenen Nährstoffe, ist ein unbegründeter, bei Berechnungen nicht brauchbarer Satz.

Allein aus einer Maas Kuhharn (2 Pfund im Durchschnitt angenommen) sind durch direkten Zusatz von Salzsäure und zwar den zwanzigsten Theil der Maas, 10—20 Gramme Hippursäure zu gewinnen. Das ganze Pfund würde, auf diesem Wege gewonnen, etwa 8 Kreuzer kosten, was aber nur $2^1/_3$—3 Loth Stickstoff entspräche. Das Pfund Stickstoff kostete hier also nach obigem Normalsatz etwa 1 fl. 20 kr. Liefert also eine Kuh per Tag 12 Maas Harn und darin auch Hippursäure, so stecken darin weiter an 17 Gramme Stickstoff. Im Harnstoff freilich nach der höchsten Annahme aber 165,760 Gramme Stickstoff (C_2 H_4 N_2 O_2), zusammen 182,760 Gramme, wenn 3 Procent Harnstoff im frischen Rindsharn angenommen werden, was freilich nur bei sehr gut gefüttertem Vieh stattfindet, oder etwa $^1/_3$ Pfund, nach oben 12—15 kr. werth, als Düngermaterial, ohne die festen Erkremente. Der Uebergang in assimilirbare Stickstoffverbindungen kostet hier nichts.

Ob aber die Hippursäure sich so gut wie der Harnstoff zersetze und der Vegetation genehmes kohlensaures Ammoniak oder andere Nitrate bilde, das ist nach unsern und anderer Erfahrungen bei der so raschen Umsetzung der Hippursäure nicht mehr die Frage.

Wir untersuchten Mistjauche aus einem Behälter, der 6 Monate lang, und zwar von Januar bis Mitte Juli, nicht entleert worden war. In diesen lief der Harn von 20 Stück Rindern in allen Altersklassen, Geschlechtern und 6 Racen; er lief aus mit Backsteinen gemauerten offenen Abzugsgräben, nachdem er die festen Exkremente der Thiere überall berührt hatte, ja beim Reinigen des Stalles oft mit ihnen gemischt worden war.

Auch Regenwasser floß vom Dache aus zu, aber es lief nichts von der Jauchengrube ab, obgleich täglich neuer Zufluß kam.

Es war dieß also Jauche, wie sie am häufigsten und unter den gewöhnlichsten Verhältnissen vorkommt.

Sie zeigte durch Titrirung nur noch 0,5 Procent Harnstoff,

und Hippursäure war auf direktem Wege nur mehr in geringer Menge, aber doch noch darzustellen.[1]

Sie enthielt in 100 C. C. 0,48 Stickstoff, in einer Maas 1,68 Mgr. Stickstoff, oder in einem Eimer über 100 Gramme, und erst in 3—4 Eimer 1 Pfund, begreiflich noch alle ihre sehr beträchtlichen Kali- und Natronsalze. Wir fanden erstere in der Asche des Pferdeharns z. B. zu 70 Procent.

Wenn nun Jemand den Stickstoff des Pferdeharnes, der viel stickstoffreicher ist, und mit einigem Abzuge auch des Rinderharnes einen Monat lang fixirte, oder im Zersetzungsprodukt sich erhielte, so würde er 15 Pfund Stickstoff erhalten, aber in einem belästigenden, den Transport zu sehr vertheuernden Medium, kurz gesagt, mit zu viel Wasser. Er würde 30 × 24 = 720 Pfund Wasser oder an 6 Eimer haben; er würde 15 Pfund Stickstoff in 7 Centnern haben, während er im Guano ihn in nur einem Centner besitzt. Werden nun dem Harn die Phosphate durch Zumischung von Menschenexkrementen oder Knochenpulver eben so gut wie dem Guano gegeben, so würde Jemand, der den Harn eines Pferdes von einem Monate nebst jenen Zusätzen auf einen Centner Gewicht abdampfen oder eindicken, eintrocknen würde, einen Centner Dungstoff haben, der einem Centner Guano an Wirkung fast gleich seyn müßte. Ein Centner Guano kostet aber bei uns 7—10 fl., und zwölfmal des Jahres dieses wiederholt, würde 84 bis 120 fl. ausmachen.

Man sieht, wird mancher sagen, wie die Theorie ins Blaue rechnen kann. Aber die Erfahrung hat uns die Wirkung der so concentrirten Jauche, entsprechend auf Grasflächen neben Guano und Chilisalpeter angewandt, bewiesen, ja die Wirkung übertraf sogar letzteren weit, weil der Boden ein sehr durchlassender war.

Warum also sucht ihr Guano für theures Geld, wenn das Material dazu aus euren Ställen oft ganz und gar nicht, oder nur sehr nachlässig benützt abfließt?

„Aber die rentable Umwandlung in festen, transportabeln, leicht assimilirbaren Dünger ohne Verlust der wirksamen Bestandtheile — da steckt die Schwierigkeit!“ — so wendet man ein.

[1] Dr. Crusius fand in der Rinderjauche zwischen 0,23—0,27 Proc. Stickstoff.

Die Versuche mit Urate, Poudrette ꝛc. können mit Guano, Knochenmehl, Fischdünger ꝛc. nicht in erfolgreiche Concurrenz gebracht werden. Wir glauben aber, daß jene älteren Versuche nur empirisch zu Werke gingen und wenig berücksichtigten, was im Dünger vor allem zu erhalten war.

Zu erhalten sind aber vor allem die Stickstoffquellen (Harnstoff, Hippursäure im frischen Harn oder Harnsäure), zuzugeben sind die Phosphate. Die Zersetzung selbst muß verhütet werden, ohne wenn sie nothwendig ist, unmöglich zu werden. Es ist ein falscher Weg, den man einschlug, als man darauf ausging, die Zersetzungsprodukte (Ammoniak und seine Salze) festzuhalten, indem man sie obendrein in Verbindungen überführte, die der Vegetation viel weniger zusagen.

Zusatz von Thon, Lehm, Aetzkalk, Dolomit, gebranntem und ungebranntem, ändert bezüglich des Harnstoffgehaltes nichts. Die dem Harn beigemischten Proteinstoffe werden allerdings gebunden und der rascheren Zersetzung entzogen, sie sind aber äußerst unbedeutend, oft ganz fehlend.

Der Weg, mittelst Filtration etwas zu erzielen, oder durch Bildung eines wohlfeilen Harnsalzes, wäre zu versuchen. Durch Zusatz von schwefelsaurem oder Eisenvitriol zu frischem Harn wird sämmtlicher Harnstoff gebunden.

Der Zusatz von Eisenvitriol zum frischen Harn wirkt begreiflich nicht das Ammoniak fixirend, da es ja noch nicht gebildet ist, er bindet aber die organischen Substanzen und verhindert dadurch ihre Erregung der Gährung und Zersetzung des Harnstoffes, erhält also den wichtigsten Bestandtheil des Harns.

Es fragt sich nur, wie wird der so konservirte Stickstoff in die besten assimilirbaren Ammoniakverbindungen übergeführt.

Genug, wird alle Ammoniakbildung oder Harngährung während des Verdunstens des Wassers verhütet, so müßte man binnen einem Jahre von den Hausthieren so viel pflanzennährenden Stickstoff erhalten können, daß nach obigem Preisansatz für ein Pfund Stickstoff sehr erhebliche Einnahmsquellen sich öffnen, resp. der Wirthschaft zufließen würden.

Sey auch der Harnstoffgehalt des Kuhharnes durchschnittlich zu hoch gegriffen, setzen wir ihn selbst auf die Hälfte herab, zu $1\frac{1}{2}$

Procent, so ist der Werth von 45 fl. für Stickstoff im Harn der Kuh allein per Jahr, ohne festen Dünger, lockend genug, um dieser Stickstoffquelle alle Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Aber die Quelle so zu fassen, daß sie uns den Stickstoff und die Salze so präparirt reicht, wie sie die Kulturpflanzen vor allem brauchen, das ist weitere Aufgabe.

Jedenfalls aber scheint uns die getrennte Bereitung bald der Urate, bald der Poudrette, unstatthaft. Man muß insbesondere bei den Fleischfressern und Omnivoren beide vereinigen; bei den Pflanzenfressern ist aber der Harn so überwiegend werthvoller, als Dungstoff, daß man in Versuchung kommt, zu glauben, die Steppenvölker machten den besten Gebrauch von Kuhmist, wenn sie ihn verbrennen.

Geschähe es nach dem Engelhardt'schen Verfahren bei der Lumpendestillation, so wäre es in hohem Grade rationell zu nennen.

Die Anwendung der Jauche (Urin mit festen Exkrementen) als Hauptdünger an einigen Orten in England (bei H. Hurtable zu Sutton, Kennedy, Mechi ꝛc.) hat mit Recht das größte Aufsehen erregt. Bei vorgeschrittener Zersetzung fand Way in der Jauche des ersteren Gutes in 4 preuß. Quarts 556,45 Gran Ammoniak und unter den Mineralsubstanzen in 4000 Quarts 53 Pfund kohlensaures Kali und 1 Pfund Phosphorsäure und Bittererde (phosphorsaure Ammoniaktalkerde), 51 Pfund Ammoniak. Johnston wieder fand in 3600 Grammen Mistjauche 30 Gramme trockene Substanz, die aus Ammoniak, organischen und unorganischen Substanzen bestand und zwar fand er in 100 Theilen Jauche 0,002 Ammoniak, 0,360 organische Substanz, 0,460 unorganische Substanz.

Die unorganischen Stoffe enthielten zu $^3/_4$ Salze mit alkalischer Basis. Aus der großen Menge der organischen Substanzen läßt sich der Vortheil, dieselben vor der Zersetzung zu schützen, erkennen.

Bei einer andern Analyse von Jauche erhielt Johnston das Doppelte an Ammoniak, aber nur die Hälfte organischer Substanz. [1]

[1] Wir hatten dieses geschrieben, als wir in Stöckhardts „chem. Ackersmann" (3. Heft von 1855) mit Vergnügen fanden, daß der Stickstoffgehalt eines einzigen Rindes per Jahr nach Guanowerth geschätzt $27^1/_2$ Thlr. werth sey. Auch

Da nach unsern Beobachtungen am rascheſten die Hippurſäure ſich zerſetzt und der Stickſtoff des Glycocoll als Ammoniak entweicht, ſo ſcheint dieſe oft ſehr reiche Stickſtoffquelle bei vielen Analyſen überſehen. Der Urin muß künſtlich aufgefangen unterſucht werden, wie wir es thaten, und ſo raſch als möglich analyſirt werden.

Wir ſtellten in dieſer Beziehung folgende weitere Unterſuchungen an.

20 Kühe, darunter 3 Jährlinge, ohne Einſtreu beobachtet, lieferten in 24 Stunden 140 bayriſche Maas eines von Beimiſchung von Exkrementen etwas trüben Harnes. Bei 2½ Pfund per Maas gerechnet, ergaben ſich 350 Pfund oder 17½ Pfund per Stück. Sechs Stunden darnach mit 5 Procent unreiner Salzſäure verſetzt, fanden ſich ſehr unrein 966 Gramme oder 1½ Pfund und 5 Unzen med. Gewicht Hippurſäure, ſo weit getrocknet, als es ohne Zerſetzung derſelben geſchehen konnte.

Wir erhielten alſo hiedurch nur 0,54 Procent Hippurſäure aus dem Kuhharn, was offenbar zu wenig iſt. Der Urin enthält durchſchnittlich 1—1,5 Procent Hippurſäure.

Durch concentrirte Schwefelſäure kann bei 12 Stunden altem Harn (Temperatur 15° R.) mit 1 /₂—2 Procent derſelbe Niederſchlag erhalten werden.

Wird Kuhharn bei gewöhnlicher Stroheinſtreu in beſonderen Gruben aufgefangen, ſo erhält man (Winterfütterung) in 24 Stunden 5—6 Pfund vom Stück, verſchieden nach der Art der Einſtreu. Bei einer Stalltemperatur von 12—15° R. iſt derſelbe binnen 24 Stunden auch zerſetzt und Benzoeſäure gebildet, die bei 5 Procent Salzſäurezuſatz unter ſtärkerem Schäumen, als bei friſchem Harn,

Bouſſingault fand nach neuerer Unterſuchung 1,3—1,8 Procent Stickſtoff, während er früher nur 0,4—0,5 Procent angab.

Nach einer Analyſe von Tharandt enthielten 1000 Pfund friſchen Urins:

Beſtandtheile.	von Kühen (bei Heu- und Kartoffelfutter).	von Maſtochſen (ohne Salzgabe).	von Maſtochſen mit ſtarker Salzgabe.
Feſte trockene Stoffe	80	67⅕	74½ Pfd.
Darin Stickſtoff	8	12¼	10⁷⁄₁₀ „
„ mineraliſche Stoffe . .	20	12⅘	15⅘ „
Darunter Phosphorſäure . .	—	¹⁄₁₀₀	¹⁄₆₆ „
„ Kochſalz	1	1¼	2⁴⁄₁₀ „
Ungefährer Geldwerth:	68 Sgr.	92 Sgr.	80 Sgr.

in schönen viereckigen, etwas angefressenen Blättchen, aber nicht vollständig, ausfällt.

Wird die Masse 8 Tage lang derselben Temperatur überlassen, und dann filtrirt, so scheidet sich die Benzoesäure vollständig, sehr rein und großentheils in kurzen Nadeln schön aus; mit Hefe zersetzt, noch schöner.

Kuhharn derselben Art hatte nach 24 Stunden (Temp. 15°) in 100 C. C. 1,570 Gr. Benzoesäure direkt fällbar. Ein 6 Tage alter ergab in 100 C. C. 1,680 Gr. Benzoesäure; ein anderer selbst 1,910 Gr.

Ein Jahr lang ward Pferdeharn (an 6 Maas) von verschiedenen Thieren aufbewahrt. Die Temperatur war dieselbe wie die des Jahrganges, Luftzutritt frei, aber das Licht gehemmt. Die Farbe ward dunkelroth (wie alter Cyprier oder Madeira), der Bodensatz blieb sich gleich, Reaction sehr stark alkalisch, Glasstab mit Salzsäure darüber gehalten, gab Salmiakdämpfe. Der Harnstoff als salpetersaurer Harnstoff bestimmt, gab 1,126 Gr. salpetersauer Harnstoff.

Er zeigte keine Spur von Hippursäure, dafür aber 0,544 Mgr. Benzoesäure in 100 C. C. und zwar nunmehr durch direkten Zusatz von Salzsäure (5 Procent) fällbar, wie bei dem frischen Kuhharn. Bekanntlich gelingt dieß nur sehr selten und sehr unvollkommen im frischen Pferdeharn.

Sehr alter Pferdeharn zeigt, wie schon früher von mir bemerkt wurde, im Bodensatz eine sulzige Beschaffenheit. Die sulzige (gelatinöse) Masse schließt die Krystalle des kohlensauren Kalkes, jene schönen krystallinischen Kugeln und Bisquitformen, die mikroskopischen Harnsteine des Pferdeharns ein. Mit Salzsäure behandelt, werden die Kerne dieser Krystallkugeln frei und unter dem Mikroskop gleich Pflasterzellen, jedoch mit einem nabelartigen Kern sichtbar. Sie sind in der amorphen Geleemasse eingebettet.

Mit Essigsäure gekocht, löst sich die Masse, die vorher mit Salzsäure in Berührung gebrachte, nicht. Mit Aetzkali neutralisirt, fällt sie reiner wieder aus, färbt sich mit Salpetersäure gelb, wird durch salzsaures Quecksilber nicht, wohl aber durch saures essigsaures Bleioxyd gefällt, ist also eine Varietät von Schleimstoff, consistent (gallertartig), in der Siedhitze etwas löslich geworden und durch die besprochenen Zellkerne ausgezeichnet.

Aus diesen Untersuchungen ziehen wir als Folgerung, daß der Harn, von Exkrementen möglichst frei gehalten, durchaus nicht so schnell in Zersetzung seines Harnstoffes übergehe, als man sonst annimmt. Wohl aber zerfällt das Glycocoll der Hippursäure sehr rasch und sie wie das Ammoniak trüben dann die Harnstoffbestimmungen durch Titrirung, daher wir auch beide immer direkt bestimmten; anders ist's aber, wenn Proteinsubstanzen der Exkremente Gährungserreger werden.

Die große Masse direkt fällbarer Benzoesäure veranlaßte uns, einen Versuch zur Gewinnung derselben auf Fabrikationswege neben Darstellung eines künstlichen Düngers aus dem von ihr befreiten Harne zu machen.

§. 83.

Auswürfe der Vögel.

Die Auswürfe der Vögel sind, da feste und flüssige gemischt sind, die wirksamste Zusammensetzung von allen, selbst von denen, die Pflanzenfresser, noch besser begreiflich von denen, die Fleischfresser sind.

Ihre Exkremente sind deßhalb auch durchweg ätzend, wenn sie an der Stelle ihrer Anwendung sich erst zersetzen und concentrirt angewandt werden.

Man sollte nicht denken, daß eine Gans, welche den ganzen Tag nur Gräser oder grüne Pflanzentheile verzehrte, Auswürfe absetzen sollte, die so stickstoffreich sind, daß ihre Ammoniakbildung ätzend auf die umgebende Vegetation wirkte. Aber die zugemischten Harnbestandtheile erklären die Erscheinung, und die bevorzugte Consumtion der Gräser das Uebrige, nämlich das allmählige Verschwinden der letzteren und das Vorherrschen der sogenannten Gänsekräuter, des Gänseblümchens, des Gänsekrautes, der Polygoneen, Potentillen rc., kurz der Pflanzen, welche einen Anger charakterisiren.

Daß der Mist der Tauben werthvoller ist, weil wenig verdünnt und von dem Reste der besonders bevorzugten, stickstoffreichen Hülsenfrüchte herstammend, ist bekannt. Die Exkremente der Enten, der Omnivoren des Wassers, sind ebenso wechselnd, wie jene der Schweine, der Omnivoren des Festlandes; bei beiden ist der Grad der hier besonders leichten Luxusconsumtion entscheidend.

§. 84.

Guano.

Das größte Aufsehen hat schon seit H. Davy der Guano, der sogenannte Vogeldünger einiger Inseln und des Festlandes des östlichen tropischen Amerika, auch der entsprechenden Breiten Afrika's (Ischoboe) und, wie man neuerlich angibt, einiger Klippen am arabischen Golf gefunden.

Indessen ist der Stammbaum strittig geworden, und man behauptet, daß dieses interessante, alle der Vegetation besonders günstige Nährstoffe in der besten Zurichtung enthaltende Produkt von verwesten, unter dem Einfluß der Trockenmoderung so gewordenen Thierleibern (Seelöwen, Seehunden ꝛc.) herrühre.

Es ist in der That schwer zu begreifen, daß Exkremente fisch- und quallenfressender Seevögel in der Erdbildungsepoche, die unserer Geschichte bereits angehört, Schichten von solcher enormer Mächtigkeit sollten gebildet haben, daß ihre alljährlich neu hinzukommenden Straten diesen eigenthümlichen Proceß der Zersetzung mittelst Ammoniakbildung bei Fixation sollten durchmachen können, während ihn die jetzt dort vorkommenden Schichten von Auswürfen nicht mehr untergehen und der dort zu Tage geförderte und dort wie bei uns gebrauchte Guano rasch an der Luft in der Zersetzung bis zu dem letzten Grade vorschreitet; es ist, kurz gesagt, schwer zu begreifen, wie diese Schichten von Auswürfen oder Thierstoffen in der Zersetzung stationär geblieben seyn sollen, um gleichsam ein Fossil bilden zu können. Dennoch scheint die Bildung Seevögeln und der Jetztzeit anzugehören, wie Tschudi zu erhärten versteht.

Das daraus dargestellte Guanin gibt ihm schon einen wesentlichen, von der Zoochemie gewürdigten Charakter, und es wird nicht ohne gute Begründung der Guano für ein Produkt der Diluvialperiode, in dieselbe geologische Gruppe mit den Diluvialmooren und den Koprolithen gehörend, erklärt werden können. Andererseits könnte auch an die Salpeterbildungen und Natronseen gedacht werden.

Das deutet auch nebenbei auf den Weg der Bereitung intensivsten Düngermaterials mittelst Mischung der festen und flüssigen Exkremente und Vorbereitung durch Trockenmoderung ohne Verlust zur geeignetsten Pflanzennahrung.

Die festen und flüssigen Exkremente fleischfressender Thiere, die condensirten Exkremente der Pflanzenfresser müssen zu demselben Werth gebracht werden können.

Der ächte Guano ist begreiflich von der verschiedensten Zusammensetzung, was den klimatischen Einflüssen zunächst zuzuschreiben ist.

Seine wesentlichsten Bestandtheile sind Ammoniak (kohlensaures, harnsaures, schwefelsaures, phosphorsaures, oxalsaures), Phosphate und Alkalien.

Nach Stöckhardt:

Stickstoff	wechselnd von	0,4	—	12,56
Organische Stoffe .	„ „	6,8	—	59,1
Kalisalze	„ „	Spuren	—	2,9
Natronsalze . . .	„ „	0,5	—	4,0
Phosphorsaure Erden	„ „	9,5	—	60,0

Gyps, Kalk und Magnesia in Spuren.[1]

Was Guano im Boden löst, zeigt eine Analyse von Wilson, der ein im April von einem Felde abfließendes Regenwasser untersuchte und mit dem einige Tage später, nachdem das Feld mit Guano gedüngt war, ablaufenden verglich. Es ergaben sich:

Bestandtheile.	Vor dem Düngen.	Nach dem Düngen.
Feste Bestandtheile in 18 Pfund Wasser	15,20 Gr.	27,50 Gr.
Organische Materie	3,40	7,80
Kieselsäure	0,90	0,70
Kieselsaure Thonerde	0,40	0,20
Eisenoxyd	2,10	2,25
Chlormagnesia	1,12	—
Magnesia	—	1,69
	7,92	12,64

[1] Per. Guano (nach Way) im Durchschnitt:

Wasser	13,09	Procent.
Organische Substanz und Ammoniaksalze . . .	52,61	„
Phosphorsaure Erden	24,12	„
Salze von Alkalien	8,78	„
Sand	1,54	„
Durchschnittlicher Ammoniakgehalt	17,41	„

In anderen Guanosorten wechselt der Ammoniakgehalt von . . . . 1,47 bis 21,10%

Der Phosphorsäuregehalt von . . . . 17,22 — 56,46%

Uebertrag:	7,92	12,64
Chlornatrium	1,80	2,61
Chlorkalcium	3,00	2,10
Kohlensaurer Kalk	—	2,70
Schwefelsaure Thonerde . . .	0,85	—
Phosphorsaurer Kalk	0,30	3,10
Phosphorsaure Thonerde . . .	—	0,45
Phosphorsaures Magnesiaoxyd .	—	1,80
	13,87	25,40

(Aus Fries Wiesenbau.)

Der Guano wird allzuhäufig verfälscht, ist oft reines Kunstprodukt. Daher der enorme Wechsel in seinen Bestandtheilen.

Man schätzt den Guano um so höher, je mehr er Ammoniak enthält, und begnügt sich, den Gehalt von Ammoniaksalzen und Phosphaten bloß anzugeben. Die höchsten Gehalte davon zeigen die peruanischen, in denen 17—18 Procent Ammoniak sich finden. Andersons frischer Guano, jüngste Ablagerung, ist wohl nicht Guano zu nennen.

§. 85.

Auswürfe der Menschen.

Endlich sind noch die Exkremente der Menschen näher zu würdigen.

Dieselben bestehen vorwaltend aus unverdauten und unverdaulichen Speiseresten. Von den ersteren ist's immer etwas Fett (in großer Menge bei übermäßiger Zufuhr und außer der Proportion gegeben), dann sind es einige Stärkmehlreste, Muskelfasern, bei Fleischgenuß Knochenreste, Pflanzenzellen, welche die festen Theile der Exkremente ausmachen. Die Produkte der Gallenzersetzung in allen Phasen, aber immer viel geringer, als die ganze Gallenabsonderung schließen ließe, trüben die Untersuchung nicht wenig, geben aber nach von uns selbst und anderen angestellten Versuchen vorzugsweise Farbe und Geruch.

Ueberdieß findet sich ein gerinnbarer, stickstoffhaltiger Körper.

Man sieht, daß sich von diesen Resten und den Ausscheidungen des rückbildenden Stoffwechsels auch der Werth der menschlichen Exkremente als Düngstoffe beurtheilen läßt.

Ein Erwachsener entleert nach gemischter Kost und im gesunden Zustande in 24 Stunden 120—180 Gr. halbfester Massen, worin 30—45 Gr. trockener fester Materie sind, also etwa 25 Procent. Ihre Untersuchung führt weiter durch das Mikroskop, als die chemische Analyse. Berzelius fand darin 14 Procent Schleim, Gallenharz, Fett ꝛc., 0,90 Procent Gallenstoff und 0,90 Procent Eiweiß nebst 2,70 Procent eigenthümlichen Extraktivstoffes.

Sie enthalten 15 Procent Asche, die sich durch 10 Theile phosphorsaure Kalk- und Talkerde und vorzüglich Kali-, auch Natrongehalt auszeichnet.

Der Stickstoffgehalt der Exkremente wird zu 3,4 Procent angesetzt. Sie enthalten alle Mineralbestandtheile der Pflanzen und die festen Exkremente sind recht eigentlich die Mehrer der Erdpflanzennahrung, wie der Harn die Grundbedingungen der atmosphärischen Pflanzennahrung im Ammoniak am reichlichsten enthält. Dieß ist jedoch nur bei Fleisch- oder Allesfressern gültig, bei Pflanzenfressern viel weniger.

Wegen der beim Menschen so außerordentlich häufigen freiwilligen oder gezwungenen Luxusconsumtion sind die Auswürfe desselben enorm hoch stehend in ihrem Düngerwerth, und nur die rasche Wirkung derselben und die nicht passende Form wagen es oft, sich ihrer besten Benützung entgegenzustellen.

Den überflüssig aufgenommenen Stickstoff verliert der thierische Organismus auch durch die Nieren.

Ein erwachsener Mensch läßt durchschnittlich bei geregelter Diät 900—1450 Gr. Urin. Die Menge zugeführten Wassers, gehinderte Transpiration, wasserreiche Kost überhaupt ändern dieß Verhältniß sehr verschieden ab. Die feuerbeständigen Salze desselben wechseln von 9—17 Gr. Der Harn der Frauen enthält weniger Harnstoff und Salze als jener der Männer. Bei Genuß von Fleischspeisen mehrt sich der Harnstoff bedeutend, er steigt auf ein Plus von $^{2}/_{5}$ gegenüber dem Quantum bei gemischter Kost und bei stickstofffreier Kost unter die Hälfte.

Ein gesunder Mann excernirt in 24 Stunden 22—36 Gr. Harnstoff bei kräftiger gemischter Kost. Ein 10mal schwereres Thier auch in der Regel 10mal soviel Harnstoff, wenn es ähnlich dem Menschen sich nährt. Nach Frerichs kommen auf 100 Gr. Gewicht eines Thieres bei Fleischnahrung 5,94, bei vegetabilischer Kost

4,43, ohne alle Nahrung nur 1,02 Harnstoff. Der Harn der Gesunden und Erwachsenen hält 2,5—3,2 Procent Harnstoff. Ein 30 Gr. Harnstoff täglich ausscheidender Mann liefert bei der geringen Annahme von der Hälfte Stickstoff in 100 Theilen 15 Gramme Stickstoff, also in 1 Jahre über 9 Pfunde, was als Düngmaterial benützt, einem Werth von 4 fl. 30 kr. gleich käme. Werden die Phosphate und andere Harnsalze, insbesondere noch die stickstoffhaltende, freilich nur mit 1 Gr. per Tag zu veranschlagende Harnsäure, der Blasenschleim ꝛc. dazu gerechnet, so wird eine Schätzung von 6 fl. absoluten Düngerwerthes per Mann im Harn ein sehr mäßiger Ansatz seyn. Eine Kaserne mit 1000 Mann sollte also im Harn allein 6000 fl. per Jahr zu gut zu machen im Stande seyn, und mit den festen Exkrementen wenigstens noch 2000 fl., also 8000 fl., wenn der relative Werth (Ausgebot und Nachfrage) die Grundlage des Preises ist.

Nach Stöckhardt enthalten die Exkremente der Menschen in 1000 Theilen:

Bestandtheile.	Frische Exkr.	Frischer Urin.
Feste Stoffe überhaupt . .	250	40
Darin: Stickstoff	7	10 [1]
Mineralstoffe	16	11
Darin: Alkalien	3½	2
Erden (Kalk, Talk)	5½	¼
Phosphorsäure . .	5½	1½
Kochsalz	⅛	7

Die getrockneten Exkremente der Menschen werden, mit verschiedenen pulverförmigen Körpern gemengt, als Poudrette in den Handel gebracht. In 100 Pfund derselben können 3 Pfund Stickstoff, 2½ Pfund Phosphorsäure, 1½ Alkalien und 2½ Erden angenommen werden.

Ehe wir dieses Kapitel der exkrementitiellen Stoffe verlassen, müssen wir auf die Bedeutung derselben in der Landwirthschaft im Allgemeinen zurückkommen.

Man hört oft die Meinung, daß diese Stoffe durch künstliche Düngerpräparate könnten ersetzt werden, und das wirthschaftliche Axiom

[1] Gewiß zu wenig.

wird dafür vorangestellt, daß Alles, was sich rentire und hier also höher rentire, eo ipso gerechtfertigt sey. Dieser Satz wird durch den ebenfalls wirthschaftlichen Schluß, daß die Auswurfstoffe durch die geringe Nachfrage bei Nothwendigkeit ihrer Erzeugung mittelst unabwendbarer Fleischproduktion oder Viehhaltung zuletzt im Verhältniß zu ihrem wahren Werthe wieder in der Concurrenz steigen würden (auf Kosten der höher steigenden Fleischpreise), gelähmt. Aber die Theorie selbst kann sich schon durch den allgemeinen Lehrsatz, daß thierische Auswurfstoffe das geeignetste Präparat zur Pflanzennahrung liefern und das natürlichste verbindende Glied zwischen beiden organischen Reichen bilden, gründlich helfen.

Sind Stickstoff, Alkalien und Phosphate, sind die physikalischen Erscheinungen bei Zersetzungen der thierischen Auswürfe das Wesentlichste, in dem sich die Wirkung des organischen Düngers concentrirt, so muß der Landwirth den flüssigen Exkrementen in erster und den festen in zweiter Reihe die größte Beachtung schenken.

§. 86.

Thierische Abfälle.

Den thierischen Auswürfen reihen sich als Dungstoffe die thierischen Abfälle an. Unter diesen sind zunächst Knochen, Fleisch, Blut, Hufe, Klauen und Hornspäne, Massen kleinerer, oft schädlicher Thiere (z. B. Maikäfer, Eintagsfliegen), Seethiere, darunter Abfälle der größeren Fischereien (Fischguano) u. dgl. zu verstehen.

§. 87.

Knochen, Blut, Fleisch, Horn — Urate und Poudrette.

Die Knochen bestehen fast zur Hälfte aus Erde und zur anderen Hälfte aus Knochenleim (Gallerte). Die Knochenerde besteht aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk und etwas Talkerde, von denen die Rede war. Der reine Knochenleim enthält in 100 Theilen seines Gewichtes 18 Theile Stickstoff. Daß derselbe bei den weißgebrannten Knochen verschwunden, bei der Knochenkohle bereits sehr zersetzt und kaum mehr in Spuren vorhanden ist, sey erwähnt. In den frischen und gepulverten Knochen zersetzt sich der Knochenleim bei Einfluß von Luft und Feuchtigkeit bald und liefert dann im Ammoniak die bekannte Pflanzennahrung. Gekocht wird von den

Knochen außer Fett auch etwas Leimsubstanz, aber nur bei sehr hoher Temperatur oder von jungen knorpeligen Knochen abgegeben, was unter Dampfdruck bis zur Erschöpfung gehen kann. Mit Schwefelsäure aufgeschlossen, erleidet der Knochenleim wohl eine Veränderung, aber es ist über die Art derselben so viel wie nichts bekannt. Man weiß nur, daß der reine Knochenleim durch Einwirkung concentrirter Schwefelsäure unter Bildung von Leimzucker und Leucin zersetzt wird. Daß die Gerbsäure den Knochenleim unlöslich macht, dürfte beachtet werden, wenn neben Knochendüngung Vegetabilien mit starkem Gerbsäuregehalt auf den Acker kommen (Laubstreu).

Die Constitution der Knochen wird im Durchschnitte versinnlicht durch folgendes Schema nach Lehmann:

Phosphorsauren Kalk	57
Kohlensauren Kalk	8
Fluorcalcium	1
Phosphorsaure Talkerde . .	1
Mineralbestandtheile in Summa	67
Knorpelsubstanz	33
	100

Nach Gorup Besanez enthalten die Knochen etwa 28 Procent Phosphorsäure in 100 Theilen. Der Knochenknorpel wird aber auf 18 Procent Stickstoffgehalt geschätzt, also circa 6 Procent in 100 Theilen Knochen. Die Knochen der Alten sind reicher an Knochenerde, auch die der Vögel, jene der Fische sind ärmer daran; Krankheiten ändern alles sehr ab.

Man nimmt im großen Durchschnitt in 100 Pfd. Knochen nur 3—4 Pfd. Stickstoff an, in Knochenkohle nur $^3/_4$—1 Procent.

Das Blut ist als die Quelle aller Neubildungen am reichsten an den Grundlagen zu pflanzennährenden Stoffen. Es enthält in den Blutkörperchen (Blutzellen) an 30 Procent stickstoffhaltige Substanz (Hämatin und Globulin), und in der Blutflüssigkeit über 8,2 Procent Fibrin und Albumin; überdieß Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor, Kali und Natron in der Asche.

Folgendes Schema versinnlicht die Zusammensetzung normalen Blutes (Becquerel und Rodier). In 1000 Theilen Männerblutes: Wasser 779,90, feste Stoffe 221,10, zusammen 1000,00.

Darin wieder:

Stickstoffhaltige Substanz	Faserstoff	2,20
	Albumin	69,40
	Blutkörperchen	141,10
	Extraktivstoffe und lösliche Salze	6,80
	Fette	1,60
		221,10

Das Fleisch enthält im Durchschnitt 3—4 Procent Stickstoff, ½ Procent alkalische Salze und ½ phosphorsaure Salze.

		Pfund Stickstoff.
In 100 Pfd. Hornabfällen	werden angenommen	10—12
Wollene Lumpen	" "	10—12
Klauen, Hufe, Horn	" "	9—10
Borsten, Federn	" "	9—10
Altes Lederwerk	" "	6— 7

Nach Stöckhardt enthielt

	Urate	Poudrette
Feuchtigkeit	15,3	8,2.
Verbrennliche organische Stoffe .	20,2	27,1
Alkalische Salze	12,5	4,5
Phosphorsaure Kalkerde	2,5	8,8
Kohlensaure und schwefels. Kalkerde	5,2	7,7
Erdige Stoffe, Sand ꝛc.	44,3	43,7
	100,0	100,0
Stickstoffgehalt	2,6	0,96

§. 88.

Oelkuchen und Malzkeime.

Zu den organischen Düngermitteln müssen auch Oelkuchen gezählt werden, obgleich sie zur Zeit nur selten mehr als solche, sondern vielmehr als Futterstoffe benützt werden.

Nach Tharandter Analysen enthalten

1000 Pfd. Repskörner	1000 Pfd. Repsstroh	
960	960 Pfd.	organische Stoffe,
360	—	darin Oel,
36	5	Stickstoff,
40	40	unorganische Stoffe,

1000 Pfd. Repskörner	1000 Pfd. Repsstroh	
10	10	darin Kali und Natron,
10	18	Kalk- und Talkerde,
18	4	Phosphorsäure,
½	4	Kieselerde.

Sowohl Stroh wie Körner sind somit reich an Pflanzennahrungsstoffen, begreiflich nicht minder zur Thiernahrung. Indessen kommen nur die ausgepreßten Kuchen zu dieser Verwendung, deren Gehalt an Stickstoff, Oel und Salzen nach Art der Oelgewinnung und der Samen selbst verschieden ist.

Nach einer Zusammenstellung enthalten 100 Pfd. vollkommen getrocknete Repskuchen:

Bestandtheile.	Leinkuchen.	Repskuchen.	Rübsamen.	Leindotterkuchen.
Organische Stoffe .	92	92	94	93
Darin Oel . . .	8½	6	9½	7½
Stickstoff . . .	5	4¾	4¼	4½
Unorganische Stoffe	7½	8	6½	7
Stöckhardt schätzt sie auf	40 Ngr.	39	35	37

Oelkuchen, von den Oelschlägern kommend, enthalten aber immer noch etwa 12 Procent Wasser.

In Süddeutschland (München) werden die Oelkuchen zwischen 2—5 fl. pr. Ctr. bezahlt, jedoch nur als Viehfutter verwendet, was gute Einsicht verräth. — Wer damit düngt, rechnet 12—18 Ctr. pr. sächsischen Morgen, und zählt begreiflich auf den Stickstoffgehalt am meisten; wer damit füttert, auch auf den Oelgehalt.

Ganz ähnlich verhält es sich mit den Malzkeimen, die bereits auch nur sehr selten mehr zur Düngung verwendet werden, sondern regelmäßig in den Stall zur Fütterung wandern.

Sie enthielten in 1000 Theilen (vollkommen getrocknet)

Bestandtheile.	von Gerstenkörnern.	von Malzkeimen.
Organische Stoffe . . .	975	915
Darin Stickstoff . . .	24	40
Unorganische Stoffe . .	25	85
Darin Kali und Natron	6	20
Kalk- und Talkerde . .	3	9
Phosphorsäure . . .	8	14
Kieselerde	7	36

Sie übertreffen demnach guten Pferdeurin kaum an Dungkraft, stehen aber vielen Vegetabilien, Gräsern und Wurzeln an Nährstoffen vor; daher also ihre ökonomisch weit bessere vorherige Cirkulation durch den Thiermagen.

Sie sind wie Oelkuchen ziemlich rasch wirkend, sich leicht zersetzend, aber kaum über das erste Jahr anhaltend.

§. 89.

Streumaterialien.

Der Mist wird durch Zusatz formgebender Substanzen in seiner Güte bedeutend alterirt. Je nach der Möglichkeit rascher oder langsamer Zersetzung und den diese begleitenden Gährungserscheinungen, je nach der absorbirenden Eigenschaft derselben, dann nach dem Gehalt pflanzennährender Stoffe werden Streumaterialien verschieden beurtheilt werden müssen.

Der Torf, zunächst die Abfälle desselben, der Torfmulm, der leichte Rasentorf, der bereits in Zersetzung begriffene Abraum der Torflager wird zur Einstreu empfohlen. Seine physikalischen Eigenschaften sind schon früher erwähnt worden. Daß es dem Torf nicht an Kraft fehlt, düngende Flüssigkeiten wie Urin, Jauche u. dgl. einzusaugen, ist bekannt, auch daß er mit Alkalien und ätzenden alkalischen Erden (Asche, Kalk, Ammoniak) zusammengebracht, sich rascher zersetzt und besondere Befähigung zur Fruchtbarkeit annimmt.

Analysen von Torf und Stallmist ergaben nach Stöckhardt folgenden Vergleich:

In 1000 Theilen.	Torf.	Stallmist.
Organische humusbildende Stoffe	960	300
Stickstoff darin	6	6
Alkalische Salze.	1/7	8
Gyps	1 1/4	5
Kohlensaure Kalkerde	1 1/2	12
Kohlensaure Talkerde	1/4	2
Phosphorsaure Erden	2/3	12

Anderwärts fand man lange nicht so viel Stickstoff im Torf, selbst nicht so viele alkalische Salze und Phosphate, dafür aber viel mehr Gyps und kohlensauren Kalk.

Ein großer Reichthum von Humus (Moorboden) soll die

Pflanzen befähigen, weit größere Mengen löslicher Salze im Boden ohne Nachtheil zu vertragen, Humus sey ein Regulator der Düngemittel (Stöckhardt), was näher zu erweisen wäre.

Nach Dr. Krutzsch ergibt sich folgende Grundlage zur Beurtheilung der chemischen Eigenschaften der Streumaterialien in 1000 Theilen:

	Roggenstroh.	Abgefallenes Buchenlaub aus der Waldstreu.	Fichtennadeln.	Kiefernadeln.	Haidekraut.	Waldmoose.	Sumpfmoose.
Organ. Stoffe	970	930	930	970	970	960	960
Stickstoff	3—5	8	13,0	10,0	10,0	11,0	—
Alkalien	5,5	5,3	0,8	1,3	3,0	4,0	3,3
Kalk- u. Talkerde	3,5	18,5	10,2	7,0	7,0	6,0	4,0
Phosphorsäure	1,3	3,7	4,8	2,2	1,0	3,5	1,0
Kieselerde	18,0	26,6	40,0	2,0	12,0	10,0	24

Daß die Durchschnitte von Waldmoos und Sumpfmoos bei verschiedenen Arten, namentlich der das erste zusammensetzenden Moose, auch im Aschengehalt sehr wechseln, ist kaum zu erwähnen; diese Analysen gelten überhaupt nur als Exemplifikationen. Wir selbst fanden in Sphagnum acutifolium aus Mooren mit Kalkunterlage mehr als 50 Procent kohlensauren Kalk in der Asche, während sie bei Exemplaren, die von Boden mit Kieselsand herrührten, fast völlig frei davon war.

Nicht der geringe Gehalt an pflanzennährenden Stoffen ist es, der die Streumaterialien für sich angewandt weniger wirksam erscheinen läßt, sondern die schwere Löslichkeit der Nährstoffe darin, die spärliche, weil sehr allmählige Befreiung derselben, um der Vegetation zu gut zu kommen.

Ihr weitaus größter Nutzen liegt in der Fähigkeit, die flüssigen Exkremente der Thiere, gerade die besten und am schnellsten wirkenden, zu absorbiren und als ihr bestes formgebendes Mittel zu dienen.

Nach von uns angestellten Versuchen lieferte eine Kuh im Durchschnitt täglich 17 Pfund Urin, der ohne Einstreu aus dem Stalle ablief. Mit Stroheinstreu lieferte sie nur mehr 5 Pfd. im Durchschnitt.

Zugleich wird durch den flüssigen Dünger die Zersetzung der Streumaterialien in der bestbekannten Weise gefördert. Sie sind die besten formgebenden Stoffe im Mistrecepte vorerst, in zweiter Reihe kommt erst ihre chemische Wirkung, welcher auch in agronomischer Beziehung die physikalische vorgeht.

Die Asche von Weizenstroh enthält nach Bär:

Kali	11,77
Chlorkalium . . .	4,32
Chlornatrium . .	0,46
Kalkerde	2,65
Magnesia	3,52
Eisenoxyd	0,59
Phosphorsäure . .	4,03
Schwefelsäure . .	1,93
Kieselsäure . . .	70,73
	100,00

Die Stroharten der Cerealien geben durchschnittlich 24,0 Procent Asche. (?)

Da, wo wie in Niederbayern z. B. als Streumaterial vorzugsweise die starke, langabgschnittene Stoppel dient, kommt auch der Werth der Wurzeln selbst, die mit herausgerissen werden, in Betracht. Freilich sind in der Zeit dieses Herausreißens die letzten Wurzelenden schon längst vermodert.

Nach Stöckhardt enthalten die Wurzeln von

	Stickstoff in 100 Theilen	
	in den oberen Wurzeln.	in den unteren Wurzeln (Untergrund).
Winterweizen am 30. April	—	—
" am 8. Juni	1,39	1,94
Winterroggen am 29. April	1,46	2,12
Winterrübsen am 26. April	2,50	2,61
Winterreps am 7. Juni	0,89	0,97
Klee, zweijährig am 2. April	1,91	3,26

Die letzten Enden der Wurzeln sind also stickstoffreicher, als die dickeren, mehr oberflächlichen Theile, also dem physiologischen Grundsatze entsprechend, daß junge Pflanzentheile immer reicher an stickstoffhaltigen Bestandtheilen und Mineralbestandtheilen sind.

Es wird jedoch in der Landwirthschaft die bedeutende Tiefe, in welcher sich diese Stickstoffquelle befindet, häufig nicht benützt werden können und unsere Cerealien für tiefwurzelnde Gewächse überhaupt erklären zu wollen, ist unrichtig.

Unter der Annahme, daß ein preußischer Morgen

½ Mill. Pflanzen von Erbsen, Rübsen, Reps,
1 Mill. Pflanzen von Weizen,
1½ Mill. " " Roggen und Klee trage,

berechnet sich nach dem vorigen der Stickstoffgehalt der Gesammtwurzeln wie folgt:

	Stickstoff der Wurzelmasse pr. Morgen.
Winterweizen vom 30. April	6,9
" " 26. April	—
" " 8. Juni	11,9
Winterroggen " 29. April	3,2
Winterrübsen " 26. April	14,5
Winterreps vom 7. Juni	26,9
Gartenerbsen (tief gesäet) vom 5. Mai	1,9
Dieselben (flach gesäet) vom 5. Mai . .	—
Dieselben vom 6. Juni	8,1
Klee, einjährig, vom 2. April	15,4
Klee, zweijährig, ditto	46,2

Das rationellste Streumaterial ist gewiß die Erde selbst, die Erdstreu. Woher sie hinreichend nehmen?

Die unversiegliche Quelle der Erdstreu ist das Feld selbst, falls es einen passenden Untergrund hat. Diesen hat es immer, nur allein Felsen und Kiesgerölle ausgenommen. Lehm, Thon, Sand, Torfmulm, Kalkboden, Mergel passen vollkommen. Eine Kuh brauchte bei 1 Kubikfuß Erde-Einstreu täglich bei vollkommener Stallfütterung im Jahr 365 Kubikfuß Erde im halbtrockenen Zustande, deren Gewicht zwischen 40—60 Pfund per Kubikfuß, also im Ganzen 146—219 Ctr. schwankt. Die Erdstreu beträgt so reichlich das Zehnfache des Gewichtes der für gewöhnlich angewandten Wald- oder Strohstreu — d. h. man hat also zehnmal mehr Gewicht in und aus dem Stall und auf das Feld zu schaffen. Braucht man acht Pfund Waldstreu (wegen geringerer Einsauge-

fähigkeit) für ein Stück per Tag, so macht das per Jahr 29¼ Ctr. oder 1½ gute trockene Fuhren, die 1½—4½ fl. im Ankauf und auf den üblen Waldwegen leicht 3 fl. Fuhrlohn kosten. Das wären in höchster Annahme 7½ fl. Auslagen. Die Einfuhr von durchschnittlich 200 Ctr. Erde in zehn Fuhren würde aber, als Rückfracht beim Mistfahren und in kleinen Quantitäten mittelst Aufladens durch den Knecht selbst doch auf 10 fl. sich berechnen. Dasselbe würde beim Ausfahren des Mistes, der anstatt 182 Ctr. durchschnittlich für ein Stück (50 Pfund Mist täglich mit Waldstreu) nunmehr 82—102 Pfund täglich mit Erdstreu und sammt dem Urin sogar 102—122 Pfund, also per Jahr 372—445 Ctr., somit das Doppelte bis Dreifache im Gewicht betragen würde, der Fall seyn. Der Urin muß indessen in guter Wirthschaft auch ausgefahren werden und wenn er ohne Erdstreu weniger wiegt, so ists eben, weil er verschwendet wird. Dann bleibt nur das Doppelte des früheren Gewichtes.

Es wird begreiflich bei Ein= und Ausfuhr Alles auf die Nähe oder Entfernung des zu beziehenden Streumaterials ankommen. Gesetzt aber, der Fuhrlohn betrage für eine Fuhr Mist von 20 Ctrn. bei einer gewissen durchschnittlichen Entfernung der Felder nebst Aufladen 1 fl., so werden 182 Ctr. Waldstreumist von Einer Kuh 9 fl. auszufahren kosten, 360 Ctr. Erdstreumist von Einem Rinde aber das Doppelte oder 18 fl.

Wird nun das Mehr von 9 fl. bei der Ausfuhr und von 2 fl. 30 kr. bei der Einfuhr für Ein großes Rind, das täglich zwischen 20—22 Pfund Heuwerth als Futter und 7—8 Pfund Waldstreu oder einen Kubikfuß Erdstreu erhält — aufgewogen durch die anderweitigen Vortheile der Methode? Wir können uns mit Blok's Angabe, daß ja jeder Landwirth das Mehr von Dünger gern hinnehmen werde, ohne es in Rechnung zu ziehen, nicht zufrieden geben. Was kostet das Mehr und was trägt es ein? Elf Gulden für den Mist, den Eine Kuh jährlich liefert, mehr bezahlen, — das ist viel! namentlich erscheint es dem Thoren viel, der gar nicht weiß, was der Mist werth ist. Wenn aber ein Centner gewöhnlichen Waldstreumistes 10 kr. jetzt werth ist (Strohmist rechnet sich auf 15—16 kr. heraus), so sind jene 182 Centner Waldstreumist 30 fl. werth, — was ist denn das Dreifache von Erdstreumist

mit dem Urin, da der Urin allein eben so viel düngt, als die festen Auswürfe, werth? [1]

Da im Erdstreudünger

1) weder bei Zersetzung der festen noch der flüssigen Auswürfe nährende Stoffe, insbesondere Ammoniak entweicht, da

2) das Gewicht des flüssigen Düngers durch Wasserzufluß (Regen, Schnee) nicht vermehrt wird, während Stoffe nicht weggeführt werden, weil er gar nicht als Flüssigkeit ins Freie gelangt, sondern ein Kubikfuß Erde reichlich den täglichen Urin eines Rindes einsaugt (sogar die Hälfte reicht schon hin);

3) weil durch Zusammenbringen der Alkalien und alkalische Erden enthaltenden Erdstreu mit den stickstoffhaltigen Bestandtheilen der festen und flüssigen Auswürfe, insbesondere schon in der höheren Stalltemperatur die Salpeterbildung sehr früh eingeleitet, also der Mist gleichsam verdaulicher und rascher wirksam gemacht wird,

4) weil endlich alle thierischen Auswürfe durch ihn auf die beste und naturgemäßeste Weise aufgenommen werden —, so ist ein Centner Erdstreudünger das Doppelte von Einem Centner Waldstreudünger werth —, d. h. jene 546 Centner Erddünger sind 60 fl. und nach Abzug der Mehrkosten durch Aus- und Einfuhr von 11 fl. 30 kr. (in höchster Annahme) noch immer 48 fl. 30 kr. werth.

Wie nun erst, wenn Jemand dungkräftige Erde — wie Mergel oder Torfmullen — und zwar nahe am Stall und keine entfernte, dafür aber arrondirte Felder hat?

Der erste Haupteinwurf gegen die Erdstreu, nämlich der der größeren Unkosten, ist also widerlegt. Die Erdstreu ist eine Düngerbereitung im Stall, welche den neueren Gesetzen der Landwirthschaftslehre sehr vollkommen entspricht.

Ein großer französischer Landwirth, de Gasparin, ließ vor einigen Jahren 7 Jahre alten Erdstreudünger untersuchen, und man

[1] Blok, der die Erdstreu vor 22 Jahren zuerst empfahl, aber keine entsprechende Methode angab, berechnet die Handarbeit, um eine Fuhr Erde mit 25 Kubikfuß zu laden, zu fahren und abzuladen, auf 11 Pfennige, was offenbar viel zu wenig ist, wie denn überhaupt seine Berechnung sehr mangelhaft für unsere Zeit erscheint.

fand noch denselben Stickstoffgehalt darin, wie früher![1] Der strohige Stallmist aber kann in einem Jahre, in Luft und Wetter liegend, $^2/_3$ seines Stickstoffgehaltes verlieren, von den übrigen Salzen, die leicht ausgewaschen werden, nicht zu reden.

Von einer zur Einstreu von mir verwendeten halbtrockenen Erde (Kalkboden), wie sie durch die Finger rollt, wog der bayerische Kubikfuß 45 Pfund 30 Loth, also 46 Pfund,[2] welche noch 34 Procent Wasser enthielten, also 15,6 Pfund.

Angenommen, ein Rind gebe täglich 20 Pfund Harn und zwar in 5 verschiedenen Zwischenräumen, so zeigte, mit solchem Harn der Kubikfuß in Zwischenräumen in 4 Tagen so übergossen, daß 40 Pfund Harn eingesaugt wurden, die Wägung, daß der Kubikfuß nunmehr nur 70 Pfund wog, also nur um 24 Pfund schwerer geworden war. Es waren also 16 Pfund in der Stalltemperatur (14° R.) verdampft. Der dazu verwendete Harn war im Stall selbst, also etwas mit thierischen Exkrementen, aber durchaus nicht mit Wasser verdünnt, aus einer cementirten Vertiefung in einer Rinne aufgefangen worden. Er hatte ein spec. Gewicht von 1,040 und war innerhalb 24 Stunden erhalten worden.

Neuerlich erzählte ein Gutsbesitzer aus der Nähe von Bremen, daß er mit großer Zufriedenheit die Erdstreu schon seit zwei Jahren benütze. Der Mann ließ aber hinter dem Stand der Kühe den Boden $^1/_2$ Fuß vertiefen, und noch 3—4 Fuß breit fortsetzen. Täglich zweimal (beim Füttern) ließ er mit einer langgestielten hölzernen Hacke die festen Auswürfe in die Vertiefung ziehen, der Urin floß von selbst hinein, und nun streute er täglich drei Kubikfuß Erde, für eine Kuh berechnet, darauf. Er mistete dann nur alle vier Wochen aus und erhielt in etwa fünf Monaten von sechs Kühen 108 Fuder Erdmist, jedes zu 32 Kubikfuß gerechnet.

[1] Der Stickstoffgehalt des Erdmistes war nach einer Analyse Payens, genommen von H. Malingie's Stallungen, wo lange schon nur mit Erde eingestreut wurde, 0,40 in 100 Gewichtstheilen, also dasselbe ungefähr, wie im Strohmist. Wenn man aber bei Erdeinstreu dem Gewichte nach dreimal so viel Dünger erhält, so gewinnt man durch sie auch das Dreifache des Stickstoffgehaltes.

[2] Ein Kubikfuß Lehm oder Glimmersand, mäßig feucht, wogen fast ganz gleich 59 Pfund 30 Loth — also 60 Pfund bei sehr mäßiger Trockenheit. Der Erste schluckt die Hälfte seines Gewichtes Wasser ein, ohne Etwas ablaufen zu lassen.

Diese Art ist die reinlichste von Allen. Wir nennen sie die friesische Methode, kennen sie aus Erfahrung, da wir sie selbst mit bestem Erfolg anwandten und halten durch sie den zweiten Haupteinwurf der größeren Unreinlichkeit für entkräftet. Nicht unter die Hinterfüße, sondern in große Rinnen hinter dieselben wird eingestreut oder eigentlich Mist bereitet. Wir ließen alle Abende etwas Stroh, gleichwie es bei den Pferden geschieht, unter den Leib der Thiere, jedoch nicht bis zu dem Hintertheil, ziehen, — früh wurde es an den Barren geschoben und somit nie feucht. Da die Rinder bei Stallfütterung in der Regel nur früh und Abends zur Futterzeit aufstehen, fressen und ihre Ausleerungen vollziehen, so hat der Viehwärter auch nur um diese Zeit die Letzteren in die Rinne zu kehren. Da er ohnedieß jetzt im Stall beschäftigt ist, so geht dieß leicht mit dem Uebrigen. Ist ein Stall, wie sichs gehört, mit geplatteten, gemauerten oder Holzbohlen belegten, abschüssigen Böden in den Ständen versehen, so ist nichts Neues einzurichten, als eine breitere Rinne anstatt der flachen gewöhnlichen, vielleicht auch Schupfen oder eine Kammer im Stall, ein Verschlag für die Aufbewahrung des Erdstreuvorrathes. Wenn freilich der Stall nur ein mit dünnen Wänden umgebenes und einem Dach versehenes dumpfes Loch ist, dann kostet die Einrichtung mehr, weil es eben gar kein Stall ist.

§. 90.

Compost.

Etwas von der Düngerlehre früherer Zeiten, dem Englischen Entlehntes, ist so weit bereits in der landwirthschaftlichen Praxis selbst bis in die entferntesten Regionen gedrungen, daß selbst der fremde Namen leichter verständlich, als der erst später angehängte deutsche geworden ist. Wir meinen den „Compost" oder Mischdünger.

Die gemeinste Vorstellung begreift darunter alle Abfälle aus Haus und Hof, auf einen Haufen geworfen und so nach weiterer Zersetzung benützt. Dergleichen wird bereits allüberall in Anwendung gebracht, selbst bei denen, die den Mist auswaschen und die Jauche weglaufen lassen.

Eine bessere Meinung beschäftigte sich endlich mit der kunstmäßigeren Zusammensetzung derselben, indem sie bestimmte Stoffe

zu mischen lehrte. Es erging ihr beim Mangel an rationeller Begründung ihres Verfahrens wie den alten Theriakärzten, die 60 Arzneimittel und noch mehr zu einem Quark mischten, und niemals zu sagen im Stande waren, was sie für ein Endprodukt erhielten, noch weniger, was es für seinen Zweck leiste. Gerberlohe und Fleischabfälle, Aetzkalk und verweste stickstoffhaltige Düngermittel zusammengebracht, wirken eben so oft zweckwidrig im Compost, wie Säuren mit Alkalien u. dgl. im Recepte gemischt.

Die neuere Zeit verlangt naturwissenschaftliche Ordnung im Compost und verbietet Mischungen, deren Gesammtwirkung gleich Null ist, wenn auch die einzelnen Zuthaten für sich trefflich sind.

Nur ein vollendeter rationeller Landwirth kann rechte Recepte zu Composten schreiben und die besten Agrikulturchemiker können in ihren Düngerpräparaten nicht mehr. Der vollendetste Compost ist daher das Düngerideal.

Was sich indessen der landwirthschaftlichen Praxis zur Compostbereitung für gewöhnlich darbietet, ist äußerst mannichfaltig: Erden aller Art, Aschen, Torf, Kohlen, Bauschutt, Straßenkoth, Schlamm, Schlacken, Kehricht, Pflanzen- und Holztheile, Blut, Horn, Klauen, Hufe, Haare, Leder, Unkräuter, Waschwasser, Spülicht und Abfälle aus Fabriken der verschiedensten Art.

Es hieße, die ganze Lehre von der düngenden Kraft der Körper und ihr Verhalten in Lösung und ohne sie wiederholen, wollten wir die Grundlage zu ihrer richtigen Behandlung angeben. Die ganze Agrikulturchemie strebt ja dem Ideal der düngenden Quintessenz nach, in bestem Sinne zu nehmen.

Verwitterung der mineralischen Bestandtheile (Aufschließung) und Gährung wie Zersetzung der organischen Compósttheile ohne Verlust beider, jedoch im geringen leicht transportablen Volumen, zu befördern, das ist letzte Aufgabe der Compostbereitung.

Die Körper, die hiezu benützt werden, sollen also vorerst selbst *verwitterbar* und *gährungsfähig* seyn, dann müßten die äußeren Bedingungen für beide, Wärme und Feuchtigkeit, endlich Hülfsmittel (Gährungserreger) gegeben werden; also Hauptmittel (Stoff) constituens, corrigens, adjuvans, ganz wie die alten

Aerzte lehrten, nur aber nicht überall, weil oft alle in einem Stoffe schon vorhanden sind.

Besondere Gährungserreger sind thierische Abfälle, flüssige zunächst; leicht gähren und zersetzen sich junge Pflanzen und Thiertheile, viel schwerer ältere Pflanzentheile und Horngebilde der Thiere. Säuren, Humussäure des Torfes, Gerbsäure vieler Pflanzentheile hemmen die Gährung. Ihnen entgegen wirken die Alkalien (Aetzkalk, Asche, Sodaabfälle), theils dadurch, theils auch durch die Reihe von weiteren Zersetzungen, die sie in organischen und unorganischen Körpern einleiten.

Mäßiger Wasserzusatz, am besten in Form von Urin oder Jauche, öfteres Wenden (Verkleinern der Theile) unterstützt den Proceß, begünstigt aber auch das Entweichen der gasförmigen Nährstoffe der Pflanzen, vorab der stickstoffhaltigen wie der Kohlensäure. Das ist überhaupt der häufigste Nachtheil der Compostbereitung, daß ohne Luftzutritt, Wärme und Feuchtigkeit kein Aufschließen und Zersetzen möglich ist, damit aber auch Verlust von nährenden Stoffen unvermeidlich wird. Die Mittel, dieß zu verhindern, wirken entweder entgegen, oder sind zu voluminös oder zu kostspielig, indem sie in letztem Falle in das Gebiet der Kunstdünger übergehen und dann alle Hülfsmittel der Naturwissenschaft in völlig correcter Weise in Anspruch nehmen.

Mit noch geringerem Erfolg sind die ausschließlich mineralischen Composte gepflegt worden, obgleich zuverlässig in ihnen der Ausgangspunkt bei der Bereitung aller Kunstdünger ruhen sollte.

Was in den Composten besonders zu schätzen ist, wird aus der Lehre von der natürlichen und künstlichen Pflanzenernährung von selbst klar. Daß bei seiner Zurichtung zur fertigen Pflanzennahrung die physikalischen Nebenwirkungen größtentheils verloren gehen, ist kaum noch zu erwähnen, auch bei der geringen Masse, die von ihm zur Anwendung in der Regel kommt, nicht besonders erheblich.

§. 91.

Mistschätzung.

Die meisten landwirthschaftlichen Schriftsteller haben sich in Schätzung des Werthes und des Preises, den der Stallmist für eine

Wirthschaft hat, geübt. Je nach den Annahmen, von welchen sie ausgingen, fielen ihre Resultate sehr verschieden aus, um so mehr, als sie oft von den Leistungen desselben auf den Werth zurückschließen mußten, Werth und Preis vermengten und endlich die Preisbestimmungsfaktoren unbestimmbar, ewig wechselnd sind.

Seit dem Ueberhandnehmen der Kunstdünger hat man noch ein weiteres Preismaß im Vergleich dieser zum Stallmist, wenn nämlich bei diesem, gleichsam als Kunstprodukt der Thierhaltung angesehen, die wesentlichen Pflanzennährstoffe wie bei den Kunstdüngern in Geld angeschlagen werden.

Zu dieser Art Schätzung gehört vorerst die Feststellung, was Stallmist sey? Stallmist ist aber ein Compositum von Exkrementen, Einstreu und Harn, so insbesondere bei den Rindern. Er verändert sich auf der Miststätte, und wird ein anderer nach der Zusammensetzung in der Zeit. Nehmen wir den Rindermist.

Es betragen die Exkremente einer 6 Centner schweren Kuh per Tag bei Winterstallfütterung (Häcksel und Oelkuchen) 40 Pfund, der Urin 20 Pfund, die Einstreu (Roggenstroh) 6—8 Pfund, so enthalten durchschnittlich die trockenen Exkremente im Minimum bei 1 Procent Stickstoff:

I. An Stickstoff:

Die Exkremente allein bis	50 Gr.
Der frische Harn bei 2 Procent mit der Einstreu[1] . .	209 „
	259 Gr.
	oder etwa ½ Pfund.

II. An Phosphorsäure:

							Phosphorsäure.
in den Exkrementen bei	1,0	Phosphorsäure	im	trockenen	Mist		36 Gr.
im Urin „	—	„	„	„	„		— „
im Roggenstroh „	0,2	„	„	„	„		4 „
							40 Gr.
							oder 1/9 Pfund.

[1] Die Annahme von nur 0,8—0,9 oder 1,0 Procent Stickstoff im Harn ist, wie wir zeigten, falsch, wenn frischer Harn gemeint ist.

III. An Alkalien:

	Kali=Natron.
in den Exkrementen im trockenen Zustande	28,8 Gr.
im Urin	10,8 „
im Roggenstroh	1,0 „
	40,6 Gr.
	oder 1/9 Pfd.

in Summa 1/2 Pfund Stickstoff in dieser Form 2 1/2 Sgr. (10 kr.), 1/9 Pfund Phosphorsäure 3 1/2 Heller, 1/9 Pfund Alkalien 3 1/2 Heller, also nicht ganz 11 kr., wornach der Ctr. Mist nebst Harn eigentlich 27 kr. Werth hätte.

Gibt die Kuh 200 Ctr. Mist sammt Urin per Jahr, so wäre ihr Mist 90 fl. werth, was nicht der Fall ist. Die Ursache wird in der geringen Vorbereitung seiner Bestandtheile zur Aufnahme angegeben. Sie könnte auch in den noch nicht richtig ausgeglichenen Produktionskosten und Preisen der landwirthschaftlichen Erzeugnisse liegen, Mißverhältnisse, welche sich täglich besser zu heben versprechen. Die Güte der Exkremente hängt in letzter Ursache ab von der Menge, Zusammensetzung und Verdaulichkeit des Futters, von der Wässrigkeit derselben und dem Quantum Wasser, welches die Thiere überhaupt zu sich nehmen, von dem Alter der Thiere (ein Saugkalb hatte in 1000 Theilen Urin nur Spuren von Stickstoff, eine Kuh in demselben Quantum 8 Pfund, ein achtmonatliches Kind nur 3 Pfund, ein erwachsener Mann 18 Pfund) dann die Benützung und selbst die Pflege.

§. 92.

Schlüsse.

1) Die Anwendung langsam sich zersetzender und schwer löslicher Düngerbestandtheile geschieht, wenn wirthschaftlich thunlich, am besten bald, vor der Feldbestellung, nach Gewinnung des Düngers.

2) Die Anwendung leicht löslicher geschieht wirthschaftlich am besten unmittelbar zu der Zeit, wo ihre Bestandtheile wirken sollen; treibende und reifende Dünger, daher fraktionirte Düngung.

3) Die zeitige Unterbringung organischer Düngermaterialien unter die Erde ist aus Gründen ihrer chemischen wie physikalischen Wirksamkeit in der Regel vorzuziehen.

4) Die flüssigen Exkremente der Thiere (Harn) sind als Düngerstoffe den festen mehr als um das 3—4fache an direkter Wirksamkeit überlegen.

5) Indirekt wirksam durch die Erscheinungen bei der Gährung, durch Vermittlung und Regelung von Feuchtigkeit und Wärme, Veränderung der Cohäsion und Absorption von Gasen, Förderung der Löslichkeit mineralischer Nährstoffe, sind zunächst organische Dünger, feste Exkremente. Der Dünger ist auch klimatisches Corrigens.

6) Weder Flüssigkeiten noch Gase sollen von der Jauche und dem Misthaufen oder von andern Düngerstoffen entweichen.

Starke Säuren binden das Ammoniak (Zusatz von Schwefelsäure, Salzsäure, auch Gyps, Eisenvitriol.) Aetzende Alkalien und Erden verhindern, wie auch der Eisenvitriol, Gerbsäure ꝛc. die Zersetzung organischer Stoffe, also schon die Bildung des Ammoniak und pflanzennährender Gase überhaupt. (Zusatz von gebranntem Kalk oder Eisenvitriol, auch Asche, zu frischen Exkrementen, festen wie flüssigen.) Dieses Verhindern darf nicht zu weit gehen, weil eben das Freiwerden der Produkte der Fäulniß, Vermoderung und Verwesung die Eigenschaft Pflanzen zu nähren, bedingt.

7) Aufgabe zur Bildung eines Composthaufens ist der Aufschluß pflanzennährender Stoffe und die Erhaltung des Aufgeschlossenen und Löslichen in einer zur Aufnahme in die Pflanzen tauglichen Form. Compost kann nur nach einem auf agrikulturchemische Grundsätze gestützten Recepte angelegt werden; ebenso die Bereitung von Kunstdüngern.

8) Das Liegenlassen des Mistes im Stalle unter dem Vieh vermehrt seine Dungkraft.

9) Eine Miststätte soll nirgends Wasser durch- und Meteorwasser zulassen, doch aber bleibe der Mist feucht, daher beschattet und festgetreten. Die Jauche sammle sich an der tiefsten aparten Stelle und die Gase werden fixirt (siehe oben).

10) Weder das Ammoniak der Luft, noch selbst die Kohlensäure derselben, so wenig wie der Wasserdunst darin allein genügen, eine reichliche, den Zwecken der Wirthschaft bezüglich ihres Reinertrages entsprechende Ernte zu erzielen, wenn die klimatischen

Verhältnisse nicht den Pflanzenorganismus wie den Boden selbst so günstig influiren, daß der Stoffwechsel in jenem dennoch zur Erzeugung des nöthigen Ueberschusses gelangt.

Es gibt exceptionelle Böden, welchen ihre großen Ueberschüsse von Pflanzennahrung auch in weniger günstigen klimatischen Verhältnissen [1] die Erzeugung eines Reinertrages ohne Düngerzugabe ermöglichen.

11) Verbesserung der klimatischen Einflüsse auf die meist aus fernen Klimaten bei uns eingeführten Kulturpflanzen (indirekte Wirkung, physikalische Seite) —

Mehrung direkt nährender Pflanzennahrung (direkte Wirkung, chemische Seite)

Lösung schon im Boden vorhandener Pflanzennahrung (kombinirte Wirkung) immer unter Berücksichtigung einer andauernden hohen Kapitalnutzung, das ist die Aufgabe aller Dungmittel und somit auch der Landwirthschaft.

Anhang.

§. 93.

Analysen.

Pferdefleisch enthielt 79,55 Procent Feuchtigkeit. Das getrocknete Fleisch enthielt 4,14 Procent Asche.

Das verkohlte Fleisch gab mit Wasser und Salzsäure ausgelaugt:

1,47	Chlornatrium,
39,95	Kali,
4,86	Natron,
1,80	Kalkerde,
3,88	Magnesia,
1,00	Eisenoxyd,
46,74	Phosphorsäure,
0,30	Schwefelsäure.
100,00	

[1] Nach Saussures Versuchen wuchsen Pflanzen in einer Atmosphäre, die 300mal soviel Kohlensäure enthielt als gewöhnlich, viel besser.

Die Aschenmenge des frischen Blutes beträgt im Mittel 6,45 Procent (Verdeil).

Pferdeblut enthielt in verkohlten Blutkuchen (ohne Serum):

Chlorkalium	6,22
Chlornatron	16,43
Kali	38,64
Natron	4,21
Kalkerde	2,49
Magnesia	0,52
Eisenoxyd	10,79
Phosphorsäure	12,74
Schwefelsäure	0,03
Kohlensäure	7,52
Kieselsäure	0,41
	100,00

(Weber.)

Ochsenblut, vollständig, gab in der Asche:

Chlornatrium	46,66
Natron	31,90
Kali	7,00
Kalkerde	0,73
Magnesia	0,24
Eisenoxyd	7,03
Phosphorsäure	4,17
Schwefelsäure	1,16
Kieselsäure	1,11
	100,00

(Weber.)

Weizen- und Roggenkörner geben nach Bichon etwa $2\frac{1}{2}$ Procent, frische Kartoffeln 1 Procent Asche.

Die Asche von Exkrementen der Menschen betrug 6,69. Darin waren enthalten:

	Exkremente.	Harnasche
Kali	6,10	13,64
Natron	5,07	1,33
		14,97

	Uebertrag:	14,97
Kalkerde	26,46	1,15
Magnesia	10,54	1,34
Eisenoxyd	2,50	Spuren
Phosphorsäure	36,03	11,21
Schwefelsäure	3,13	4,06
Kohlensäure	5,07	—
Chlornatrium	4,33	67,26
	99,23	99,99

(Porter.)

1000 Pfund frischer Exkremente von Hausthieren enthielten:

Bestandtheile.	v. Kühen. (Winterfütterung).	v. Pferden.	v. Schafen.	v. Schweinen.
Feste trockene Stoffe	160	240	420	200
Darin Stickstoff	3	5	7½	6
Mineralische Stoffe	24	30	60	30
Alkalien (Natron u. Kali)	1	3	3	5
Kalk und Talkerde	4	3	15	3
Phosphorsäure	2¼	3½	6	4½
Schwefelsäure	½	½	1½	½
Kochsalz	1/20	Spuren	¼	½
Kieselerde	16	20	32	16

1000 Theile Urin:

Feste trockene Stoffe	80	110	135	25
Stickstoff	8	12	14	3
Mineralische Stoffe	20	30	36	10
Alkalien	14	15	20	2
Erden	1½	8	6	½
Phosphorsäure	—	—	½	1¼
Schwefelsäure	1½	1½	4	½
Kochsaz	1	2	2½	5
Kieselerde	1/10	¼	Spuren	Spuren.

(Stökhart.)

Exkremente, frei von Urin gesammelt, bei gewöhnlichem Winterfutter, enthielten durchschnittlich in 100 Theilen (analysirt im Laboratorium des H. v. Liebig):

	v. Schweinen.	v. Kühen.	v. Schafen.	v. Pferden.
Wasser	77,13	82,45	56,47	77,25
Asche getrocknet in Proc.	37,17	15,23	13,49	13,36
Die Asche enthielt in 100 Gewichtstheilen:				
Kieselerde . . .	13,19	62,54	50,11	62,40
Kali	3,60	2,91	8,32	11,30
Natron	3,44	0,98	3,28	1,98
Chlornatrium . .	0,89	0,23	0,14	0,03
phosphors. Eisenoxyd	10,55	8,93	3,98	2,73
Kalk	2,03	5,71	18,15	4,63
Magnesia	2,24	11,47	5,45	3,84
Phosphorsäure . .	0,41	4,76	7,52	8,93
Schwefelsäure . .	0,90	1,77	2,69	1,83
Kohlensäure . . .	0,60	Spuren	Spuren	—
Sand	61,37	Spur. v. Mang.	Spur. v. Mang.	—
	99,22	99,30	99,64	99,80

(John R. Rogers.)

Stroh enthält in 1000 Theilen:

Bestandtheile	Weizenstroh	Roggenstroh	Gerstenstroh	Haberstroh
organische Stoffe	960	970	955	950
Stickstoff	4	3	3	3
unorganische Stoffe . .	40	30	45	50
Kali und Natron	6	5½	12	14
Kalk und Talkerde	3	3½	5	1½
Phosphorsäure	2	1¼	2	1½
Kieselerde	28	18	23	25
Ungefährer Geldwerth	80 Ngr.	74	80	82

(Stökhart.)

Es gehören in runden Zahlen zur Erzeugung der Aschenbestandtheile von 1000 Pfd. Roggen:

	Alkalien (Kali u. Natron).	Erden (Kali u. Talkerde).	Phosphorsäure	Kieselerde
Stroh und Körner .	5	3	4	13 Pfd.
Reps	10	13	10	2 „
Erbsen	10	16	9	2 „
Klee (als Heu getr.) .	27	32	3	2 „
Runkelr. (Wurz. u. Blätter	48	32	7	3 „

	Alkalien (Kali u. Natron).	Erden.	Phosphors.	Kiesels.	Stickstoff
In 1000 Pfd. Roggenkörnern	6	2	9	—	30
" " " Roggenstroh	5	3	1	19	40
" " " Erbsenkörnern	8	3	9	—	45
" " " Erbsenstroh	12	22	9	4	20
" " " Runkelrüben	24	12	3	1	20
" " " Blätter grün getr.	60	40	10	4	45

Heu von Wiesen bei Dürrenbach, in zwei Ernten 1841—1842 gewonnen, welche durch die Sauer bewässert werden, ergab 6,0—6,2 Procent Asche von folgender Zusammensetzung:

	I.	II.	III.	Mittel.
Kohlensäure . .	9,0	5,5	—	7,3
Phosphorsäure .	5,3	5,3	5,5	5,4
Schwefelsäure .	2,4	2,9	—	2,7
Chlor . . .	2,3	2,8	—	2,6
Kalk . . .	20,4	15,4	—	17,9
Magnesia . .	6,0	8,3	—	7,2
Kali . . .	16,1	27,3	—	21,7
Natron . . .	1,2	2,3	—	1,8
Kieselerde . .	33,7	29,2	—	31,5
Eisenoxyd . .	1,5	0,6	0,5	0,9
Verlust . . .	2,1	0,4	—	1,0
	100	100	100	100

Wenn die jährliche Heuernte im Durchschnitte zu 4000 Kilogr. per Hectare angeschlagen wird, so werden hiemit 244 Kilogr. Aschenbestandtheile für dieselbe Oberfläche entnommen und zwar:

Kohlensäure . . .	17,8	Kilogramme.
Phosphorsäure . .	17,2	"
Schwefelsäure . .	6,6	"
Chlor	6,3	"
Kalk	43,7	"
Magnesia . . .	17,6	"
Kali und Natron .	57,3	"
Kieselerde . . .	76,9	"
Eisenoxyd . . .	4,6	"
	244	Kilogramme.

Boussingault Economie rurale p. 339 et 340.

Zusammensetzung eines Stalldüngers.

(Analyse von Richardson.)

Der frische Dünger enthielt

Wasser	64,96
Organische Stoffe	24,71
Asche	10,33

Der bei 100° getrocknete Dünger enthielt:

Kohlenstoff	37,40
Wasserstoff	5,27
Sauerstoff	25,52
Stickstoff	1,76
Asche	30,05

Die Asche enthielt:

I. In Wasser lösliche Theile:	
Kali	3,22
Natron	2,73
Kalk	0,34
Magnesia	0,26
Schwefelsäure	3,27
Chlor	3,15
Kieselerde	0,04
II. In Salzsäure lösliche Theile:	
Kieselerde	27,01
Phosphorsaurer Kalk	7,11
„ Magnesia	2,26
„ Eisenoxyd	4,68
Kohlensaurer Kalk	9,34
„ Magnesia	1,63
III. Sand 30,99, Kohle 0,83 und Verlust 3,14	34,96
	100

1000 Theile Menschenkoth hinterließen 150 Asche (Berzelius), welche bestehen aus:

Phosphorsaurem Kalk . .	} 100
Phosphorsaurer Bittererde	
Spur Gyps	
Schwefelsaurem Kali . .	} 8
Schwefelsaurem Natron .	
Phosphorsaurem Natron .	
Kohlensaurem Natron . .	8
Kieselerde	16
Kohlen und Verluste . .	18
	150

Kuhkoth (Haidlen):

Phosphorsaurer Kalk . .	10,9
Phosphorsaure Bittererde	10,0
Phosphorsaures Eisenoxyd	8,5
Kalk	1,5
Gyps	3,1
Chlorkalium	Spuren.
Kieselerde	63,7
Verluste	1,3
	100

Pferdekoth (Jackson):

Phosphorsaurer Kalk . .	5,0
Kohlensaurer Kalk . .	18,75
Phosphorsaure Bittererde	36,25
Kieselerde	40,00
	100

Nach der Analyse von Berzelius enthalten:

	1000 Theile Menschenharn.	100 Theile Harnrückstand.
Harnstoff	30,10	44,39
Freie Milchsäure . . / Milchsaures Ammoniak / Fleisch-Extrakt . . . / Extraktivstoffe . . . }	17,14	25,58
Harnsäure	1,00	1,49
Harnblasenschleim	0,32	0,48
	48,56	71,94

	1000 Theile Menschenharn.	100 Theile Harnrückstand.
Uebertrag:	48,56	71,94
Schwefelsaures Kali	3,71	5,54
Schwefelsaures Natron	3,16	4,72
Phosphorsaures Natron	2,94	4,39
Zweifach phosphorsaures Ammoniak	1,65	2,46
Kochsalz	4,45	6,64
Salmiak	1,50	2,23
Phosphorsaure Bittererde und Kalk	1,00	1,49
Kieselerde	0,03	0,05
		99,46
Wasser	933,00	
	1000,00	

Harn von Pflanzenfressern (Analyse von Boussingault).[1]

	Schwein.	Pferd.	Kuh.
Harnstoff	4,90	31,00	18,48
Hippursaures Kali . . .	[2]	4,74	16,51
Milchsaures Alkali . . .	nicht bestimmt.	20,09	17,16
Kohlensaure Magnesia . .	0,87	4,16	4,74
Kohlensaurer Kalk . . .	Spur.	10,84	0,55
Schwefelsaures Kali . . .	1,98	1,18	3,60
Phosphorsaures Kali . .	1,02		[3]
Chlornatrium	1,28	0,74	1,52
Kieselerde	0,07	1,01	Spur.
Wasser und nicht bestimmte organische Stoffe. . .	979,14	910,76	921,32
	1000,00	1000,00	1000,00[4]

[1] Annal. de chimie et de phys. September 1845 S. 97.

[2] Hippursäure konnte nicht entdeckt werden, auch wenn das Schwein neben der Fütterung mit Kartoffeln große Rationen frischen Klees bekam.

[3] Phosphate konnten keine gefunden werden.

[4] Bezüglich einer großen Reihe von Harnanalysen als Revision verweise ich auf den zweiten Theil dieser Schrift. Der Verf.

III.

Die Pflanze.

A. Ihre Ernährung.

§. 94.

Die Einzelzelle.

Ob sich in der zuckerhaltenden Flüssigkeit eine einfache Zelle als Gährungspilz, in zahllosen giftigen oder indifferenten Flüssigkeiten der Apotheke zarte Algenzellen oder sprossende einzellige Oidien in der nur 24 Stunden alten Milch entwickeln, oder ob im Fruchtgehäuse sichtbar blühender Pflanzen eine einzelne Zelle sich absondert, zur Keimzelle wird mittelst der sprossenden Pollenzelle, die jene befruchtet — immer und allemal beginnt der kleinste Pilz oder die winzige Schimmelalge wie der gewaltige Eichbaum und die himmelanstrebende Palme mit einer Zelle, die, sich rasch vermehrend, zum Ei wird, das Jahrtausende Lebenskeime zu bewahren im Stande ist, oder eine an die andere fügend zur Spore, die sich von der bloß wachsenden Zelle oft in nichts mehr unterscheidet.

Diese Zelle ist zwar ursprünglich bei freier Entstehung rund, dann aber vielgestaltig, auch ohne Druck der benachbarten, — und in den Kreis der Umwandlung nach dem Gesetze jeder Abart und Art gezogen, werden letztere unendlich manchfaltig, ohne aber jemals das Wesen ihres Charakters zu verlieren.

Diese Zelle ist immer sehr klein, zumeist nur unter Vergrößerung erkennbar, von $^1/_{1000}$ Linie (selbst $^1/_{3000}$ sehr selten) bis zu

mehreren Zollen Länge, wie bei der Baumwolle, den einzelligen Algen, den Armleuchtern der Gewässer (Chara).

Sie ist ein von Flüssigkeit immer und von fester Ablagerung meistens erfülltes und durch eine Haut nach außen geschütztes Bläschen, welches sowohl eine ihm allein zukommende besondere Herrschaft über die in ihm thätigen Naturgesetze führt, sein individuelles Leben hat, als auch an der die ganze Pflanze beherrschenden Ordnung Antheil hat, das heißt seine Pflicht als Mitglied der oft so sehr großen Zellengesellschaft — Pflanze genannt — zu erfüllen hat.

Die eine Zelle bereitet in der Wolfsmilch den giftigen Milchsaft, der nur von sehr kleinen Harztröpfchen weiß gefärbtes Wasser ist, die andere gleich daneben bildet das grüne Satzmehl der oberflächlichen Blatttheile, das unschädlich, ja nahrhaft ist. Die Zellen der Samenhülle der Pfirsiche, der Aprikosen, der Traubenkirsche, der Weichsel und des Steinobstes im Allgemeinen bereiten Blausäure, andere daneben unverwüstlichen Holzstoff in der steinigen Hülle, der nach Jahrtausenden noch unverändert in den Gräbern gefunden ward, und wieder andere Zucker, Schleim und wohlriechende Oele, welche das angenehme Fruchtfleisch bilden. Alle aber müssen dem Reichsgrundgesetz gehorchen, welches den Zellenstaat, Pfirsichbaum genannt, als solchen zusammenhält, entwickelt und fortpflanzt.

Dabei aber ist doch eine Unterabtheilung in Kreise, Bezirke und Gemeinden erlaubt, denn es gibt Nektarinenpfirsiche, Blutpfirsiche, Weinbergpfirsiche ꝛc., ja ein Bündniß selbst mit nationalverwandten Staaten mittelst der Veredlungsarten ist vergönnt und man pelzt mit Erfolg Pfirsiche auf Mandeln und selbst Pflaumen, aber nicht auf Aepfel und Birnen, noch viel weniger auf Fichten, Weiden oder gar Weißrüben.

Auch der Thierkörper besteht ursprünglich nur aus einer Form von Urorganen — aus Zellen. Aber welche Mannigfaltigkeit von Gebilden entsteht allmählig bis zum Nichtwiedererkennen aus diesen Zellen! Dasselbe ist in den Pflanzen der Fall. Die Zellen gehen auf in der Bildung neuer Organe, die man Gefäße genannt hat und die nichts als lang aneinander gereihte Zellen sind, die ihre Scheidewände verloren und durch Anlagerung von allerlei festen Stoffen ein sehr verschiedenes Aussehen gewannen.

Fig. 11.



In Fig. 11 sehen wir die Keimzellen der Rahmalge (Oidium lactis Fres.), die dem etwas älteren Rahm ein sammtartiges Aussehen gibt und die oberste Schichte zu einer ziemlich zähen Haut verbindet.

Fig. 12.

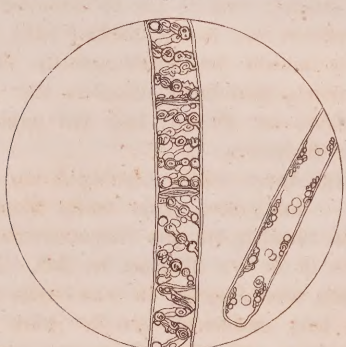
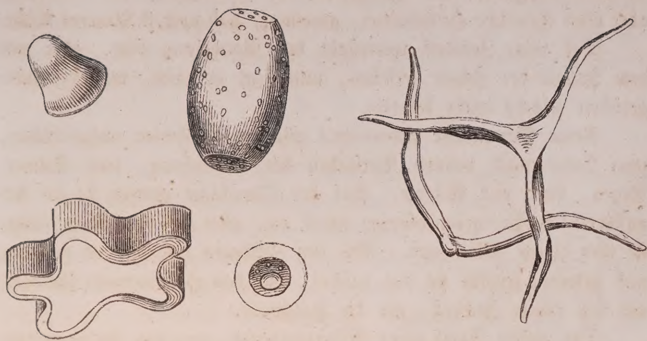


Fig. 12 zeigt eine aus einfachen Zellreihen bestehende schöne Alge (Spyrogyra).

Fig. 13.



In Fig. 13 Formen verschiedener frei sich entwickelnder Zellen (nach Unger).

In Fig. 14 ein Gewebe von Zellen nebst Spiralgefäßen in einer Kartoffel.

Fig 14.



Woraus besteht nun diese Zellwand, noch ehe sie, von Innen oder Außen, das gilt uns jetzt einerlei, andere ihr fremde Stoffe abgelagert erhalten hat? Diese Zellwand, in ihrem sehr reinen Zustande, bildet unser sämmtliches Weißzeug der Haushaltungen, alle baumwollenen, flächsenen und häunfenen Stoffe, sie ist der Stoff für Faden und Stricke, für Segel und Zelte. Ja alles trockene Holz ist vorwaltend und wesentlich derselbe Stoff, der Zellstoff der Naturforscher. Rein verbrannt ohne üblen Geruch, während der ähnliche Stoff der Thiergewebe (Federn, Horn) dabei stark stinkt. Das macht Stickstoff und Schwefel, die der letztere enthält, die aber dem ersten fehlen. Dieser enthält nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, gerade in derselben Menge wie Stärkmehl und einige Verwandte, vom ersten am meisten. Holzstoff gibt 64 Procent Kohlenstoff, der reine Zellstoff nur 40 Procent, aber es ist schwer, beide rein zur Analyse zu bringen und die Analysen weichen daher

in ihren Angaben ab. Zellgewebe der Kartoffeln, sehr mühsam, aber ohne chemische Hülfsmittel, gereinigt, gab noch 3 Procent Asche.

Der reine Zellstoff widersteht der Verwesung sehr, aber mit dem Inhalt der Zellen versehen, unterliegt er rasch, wie der todtgeröstete Flachs leicht beweist.

Reine Baumwolle widersteht, gelockert im Freien aufgeschichtet, zwei Jahre nach meinen Versuchen der Verwesung, trotz Schnee, Regen, Luft und Wärme. Auf der Oberfläche greifen sie die sich ansiedelnden Protococcuskörner zuerst an, aber in der Mitte schützt sie ihre eigene Filtrirkraft. Mit den Zuthaten des Webers versehen und gewebt, zerfällt sie viel rascher, auch das Holz verwest schneller, als sein reiner Zellstoff, als die Holzwolle.

Der größte Theil eines Pflanzentheiles, von den Ablagerungsstoffen abgesehen, ist nach Vertreibung des Wassers der Zellstoff. Er ist das Gerüste der Pflanzen. Wenn man denselben verbrennt, verschwindet er ohne Aschenrückstand, aber auch die zartesten Pflanzentheile, Haare, Pilzfäden, Algen, hinterlassen beim Verbrennen schon Asche, ein Beweis, daß schon sehr frühzeitig, ja mit dem Beginn jeglicher Vegetation Mineralbestandtheile in die Pflanzenzellen kommen und ihr Zellstoff nicht mehr rein ist.

Man bemerkt an der reinen Zellwand der Pflanzen auch durch die höchste Vergrößerung weder Fasern, noch Maschengeflechte, noch Poren, und doch müssen letztere vorhanden seyn, weil Gase wie Flüssigkeiten sie durchdringen, ob als solche, oder vielleicht nur in ihren Elementen, gleichsam in ihren Atomen, ist zur Zeit unerweisbar. Jedenfalls muß aber in der Beschaffenheit der Zellwandporen die Hauptursache der Zersetzungen und Neubildungen von in sie eingehenden Stoffen, der Umwandlung von Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, unter Einwirkung von Kali, Natron, Kalk und Talk u. A. in Stärkmehl, Zellstoff, Zucker, Gummi, Eiweiß, Giftstoffe, Oele, Harze, organische Säuren und Salze gesucht werden. Doch davon später.

Die reine Zellwand wird von Jodlösung nicht gefärbt, wird sie aber mit Schwefelsäure vorher behandelt und sonst präparirt, so färbt sie sich mit Jod blau, wie Stärkmehl.

Die reine Zellwand ist bis zum Unmeßbaren dünn, aber sie wird sehr bald durch Ablagerungen nach innen und außen und

mittelst Durchdringung dicker und dichter. Die sie durchdringenden Stoffe sind oft stickstoffhaltig, und dann bewirkt Jod eine gelbe Färbung oder es sind inkrustirende Stoffe, endlich Alkalien und Erden.

§. 95.

Ihr Inhalt.

Die inkrustirenden Stoffe bilden auch bald mehr bald weniger feste und unterscheidbare Schichten auf der Zellwand, und zwar nach innen wachsend, wie wir annehmen. Man nannte sie zweite und dritte Häute und machte wieder viele andere zweite und dritte, was offenbar nichts bedeutet, da Schichte und Haut hier kein unterscheidendes Merkmal mehr besitzen. Dasselbe gilt sogar in sehr vielen Fällen vom Primordialschlauch, obgleich wir diesem seine große Bedeutung bezüglich der Zellenneubildung nicht versagen können.

Diese inkrustirenden Stoffe bilden eine lange Reihe von Uebergangsformen vom eigentlichen Zellstoff bis zum Stärkmehl. Sie sind durchdrungen von zahlreichen Stoffen, welche den Zellinhalt bilden, und entschlüpfen darum leicht der chemischen Festnahme. Sie sind die den stärkmehlartigen Faserstoff der Technologen und Landwirthe bildenden Stoffe, oft verdaulich und nutzbar, oft die Zersetzung fördernd, verschieden vom Zellstoff. Sie geben dem Holzstoff Bedeutung und ändern zahllose technische Operationen, aber sie bilden Uebergangsformen und sind kaum chemisch bestimmbar. Nimmt man dazu den beständigen Wechsel auch in der chemischen Beschaffenheit der Zellwand und ihrer Krusten je nach Jahreszeiten, Klima, Boden, Alter, Entwicklungsstufe der Pflanze, so wird der Stoffwechsel der Pflanze so verwickelt, als jener der Thiere, und schwer ist zu sagen, was ist Ausscheidung, was Neubildung.

Entsteht die Wand der Zelle zuerst oder ihr Inhalt? Theoretisch der letztere, aber im Momente der Entstehung bildet sich schon die Grenzschichte und wird zur Zellhaut.

Dicker Zellsaft, stickstoffhaltig, in den jüngeren Zellen vorherrschend (Protoplasma), erfüllt die Zellen, und dünner, der nur Zucker, Gummi, Salze, Farbstoffe gelöst enthält. Im ersteren liegt wieder der Zellkern (Cytoblast), der Heerd weiterer Neubildung; in ihm die Kernkörperchen.

Aber in der Zelle liegen noch geformte und formlose Körper

verschiedener Art, wie Chlorophyll und Stärkmehl, Schleim- und Harzkörner u. s. w.

Der Grünstoff, bald mit grüner Farbe gelöst oder in formlosen Krümmeln, bald wie kleine Bläschen, bald in rundlich geballten Massen erscheint in den Zellen der Pflanzen als ein Stoff, der gerade bei den recht blattreichen, üppiggrünen Pflanzen weitaus ihren Stärkmehl- oder Gummigehalt überwiegt, in dem der vorzüglichste stickstofffreie Nährstoff dieser Pflanzen (vom Farbstoff selbst abgesehen) gesucht werden muß. Er ist in der Regel aus den bei der Verdauung durchweichten und in Resten noch sichtbaren Pflanzenzellen der Auswürfe verschwunden, er ist verdaut worden. Aber nicht der grüne Farbstoff und das ihn begleitende Wachs, sondern die Grundlage beider, die formgebende krümmlige, bläschenartige oder kugelige Masse.

Diese Grundlage ist eine Stärkmehlmodifikation, am nächsten dem Inulin stehend, es ist das rehabilitirte alte grüne Satzmehl, oft zur Amylumbildung gesteigert, oft auch gegenüber der Fettwachsbildung sehr zurückgedrängt. Der Farbstoff selbst ist stickstoffhaltig (2 Procent). Das Fettwachs entsteht nicht aus dem Amylum, wie man annahm, denn viele von dem Lichte abgeschlossene grüne Pflanzentheile (die jungen Embryone fast aller Cruciaten!) enthalten sehr viel Fettwachs, aber mit Oel verbunden, und niemals Stärkmehl v o r h e r zeigend. Das Fettwachs der Pflanzen scheint, wie das Fett der Thiere, die plastische Neubildung indirekt zu fördern bestimmt und daher die unter seinem Einflusse im Lichte vor sich gehende Bildung von grünem Farbstoff, der stickstoffhaltig ist.

Fig. 15.

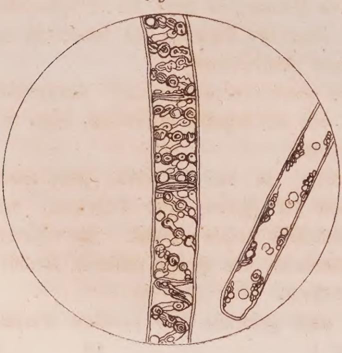


Fig. 15 zeigt die schön gereihten großen Chlorophyllkugeln von Spyrogyra nitida. Ob es auch für die Entstehung anderer Farben in den Pflanzen mit verantwortlich ist? Im Allgemeinen zeigt die Analyse: „je mehr Farbstoff (aber nicht zu bunter), um so mehr Fettwachs, wenn das Licht zutreten kann!“

Indem das Wachs der

Blattorgane ($C^{15} H^{15} O$) die Elemente des Wassers theilweise abgibt, nimmt es dafür Stickstoff auf, wäre eine Meinung.

Pflanzen, die den Stickstoff zu anderen Bildungen verwenden, wie die Schwämme, werden nicht grün. Aber sie enthalten auch kein Stärkmehl.

Fig. 16.

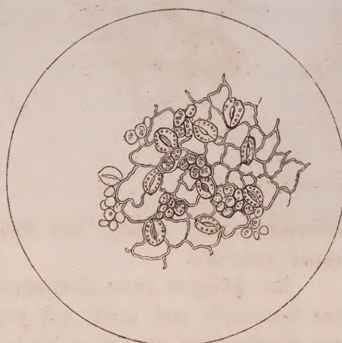
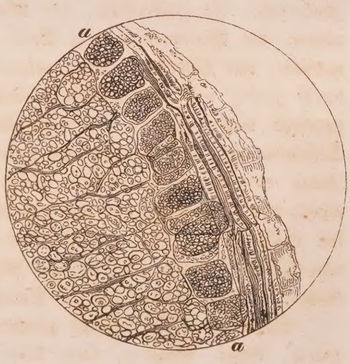


Fig. 16 zeigt die schön geballten Kugeln von Blattsatzmehl aus **Rumex obtusifolius.**

Das eigentliche Stärkmehl wird zwar von den Chemikern gern in Amylum, Inulin und Flechtenstärke unterschieden, aber Jeder, der mehrere Untersuchungen darauf unternommen hat, weiß, daß es eine zahllose Reihe von Modifikationen dieser Kohlenhydrate gibt, unter welchen nur jene, wie selbst Pflanzenschleim (z. B. in den Orchisknollen, den Quittensamen, dem Eibisch, dem Beinwell) oder Pflanzengallerte (Pektose bei den Fukoideen) Genera mit vielen Arten bilden, und selbst Dextrin gibt nur den Uebergang zur Reihe der Gummi- und Zuckerarten. Cellulose $C^{12} H^{10} O^{10}$. Amylum, Inulin, Dextrin, Gummi und Pflanzenschleim $C^{12} H^{10} O^{10}$. Rohrzucker $C^{12} H^{10} O^{10} + HO$. Krümmel oder Traubenzucker $C^{2} H^{10} O^{10} + {}_2HO$. Schleimzucker $C^{12} H^{12} O^{12}$.

Fig. 17.



Aber die Formeln der Chemiker stimmen oft nicht überein, begreiflich, eben weil man es zu oft mit neuen Varietäten der Gruppe zu thun hat.

Junges Stärkmehl unterscheidet sich nicht vom alten. Fig. 17 zeigt Stärkmehlkörner im Weizen, a die Klebersubstanz besonders reichlich.

Fig 18.



Bei den Saubohnen. (Figur 18).

In den grünen Getreidekörnern liegt um die Stärkmehlkugeln der gelöste Kleber, in den reifen ist er erhärtet, quillt aber in Wasser wieder etwas auf, ohne aber sich je wieder vollkommen zu lösen, gerade wie die einmal unlöslich gewordenen Proteinkörper der Thierstoffe (Fibrin, Albumin, Casein).

In den Kartoffeln ist der Eiweißstoff leicht löslich, und selbst aus getrockneten läßt sich noch etwas ausziehen.

Die Fähigkeit dieser Kohlenhydrate, von der Verdauungsflüssigkeit durchweicht und gelöst und mittelst Umwandlung in den Kreis des Stoffwechsels gezogen zu werden, ist zwar für das reine Stärkmehl groß, aber schwächer für die Abkömmlinge und Verwandten desselben, bis sie bei der alten Cellulose und dem Holzstoff ganz aufhört, bei den leicht löslichen Gummaceen aber im Extrem ebenfalls gleich Null wird. Amylum wird durch Jod blau gefärbt, am schönsten in Wasser (warmem) aufgequollen.

Zucker enthalten sehr viele Pflanzentheile; in Menge das Zuckerrohr, die Zuckerhirse, der Mais, die Runkelrübe, der Zuckerahorn, die Mannaesche, die Birke im Frühling, die gallische Tamariske, das Süßholz. Man erkennt den Zuckergehalt eines Saftes durch Zusatz von Schwefelsäure, wenn einige Tropfen Gallenlösung zugesetzt wird. Aber die bloße Gegenwart einer stickstoffhaltigen Substanz ohne Zucker kann eine sehr ähnliche rothe Färbung erzeugen. Zusatz von Kupferoxydlösung nebst etwas Kali und Erwärmung, wobei das Kupferoxyd in Kupferoxydul verwandelt und die Flüssigkeit blaßgelb statt blau wird, ist in den meisten Fällen (bei Mangel von Dextringummi) ein besseres Mittel. Ist die Flüssigkeit darauf titrirt, so kann man selbst die Procente an Zucker erfahren.

Außer diesen in Zellsaft gelösten Stoffen finden sich noch Oele, Harze, Gifte, Säuren, fette Oele u. a. in denselben, dann die

Proteinkörper (Legumin oder Pflanzenkäsestoff, Albumin oder Pflanzeneiweiß, Fibrin oder Kleber und Leim).

Man erkennt sie durch die dunkelgelbe Farbe, welche Jod, und die gelbrothe, welche Salpetersäure mit ihnen zusammengebracht, hervorbringt.

Auch Krystalle, wie kohlensaurer, phosphorsaurer, weinsteinsaurer, oxalsaurer und schwefelsaurer Kalk finden sich in einzelnen Zellen, aber nicht gerade häufig.

Daß in den Pflanzen zuletzt auch alle im Boden in erheblicher Menge vorkommenden Elementarstoffe vorkommen müssen, ist aus früherem ersichtlich. Dazu treten noch die organischen Elemente, wie Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff.

Man berechnet in einer mäßig großen Kartoffel 2 Millionen Zellen, in einem mäßigen Kiefernstamm von 80 Fuß Höhe über 30,000 Millionen.

§. 96.

Zellenvermehrung.

Die einmal entstandene Zelle bringt neue Zellen hervor, sie vermehrt sich und damit wächst die Pflanze.

Sie vermehrt sich, indem im Inhalt der alten Zelle neue Zellkerne und damit Zellhäute, frei von der alten Zellhaut, entstehen (freie Zellbildung Fig. 19), oder die alte Zellhaut nimmt Theil daran, indem sie sich nach innen faltet oder ein- und abschnürt, Zellbildung durch Theilung, die weitaus häufigste Art der Zellvermehrung (Fig. 20; a. Zellhaut, b. Hüllmembran, c. Primordialschlauch, d. Zellinhalt).

Fig. 19.

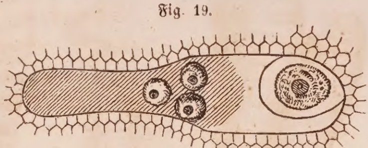
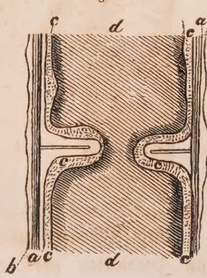


Fig. 20.



Aber die Zellen vermehren sich nicht bloß, sie verschmelzen sich auch mit einander oder mindern ihre Anzahl, indem ihre Wände und damit die Thätigkeit derselben selbst sich mindert und ändert. Die Zellen werden zu Gefäßen. Das rasche Durchströmen des

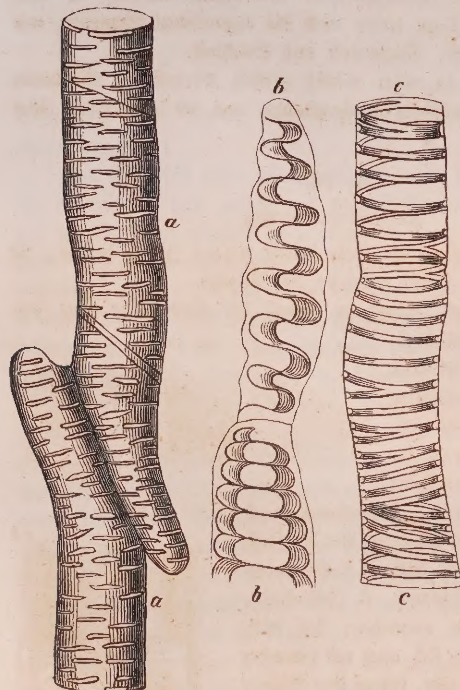
Saftes durch gewisse Zellen scheint jedenfalls zur Verlängerung derselben, also zur Umwandlung in langgestreckte Zellen, Gefäße, mitzuwirken.

§. 97.

Gefäßbildung.

Einfache Zellvereinigung (Copulation der Anatomen), Bildung von Milchsaftgefäßen und die höchste Form der Zellverschmelzung, die Bildung der Spiralgefäße, das sind die Hauptrichtungen dieser Umwandlung von Zellen. Die Spiralgefäße entstehen aus über einander gestellten cylindrischen Zellen, deren Querwände verschwinden und deren Seitenwände so innig mit einander verwachsen, daß sie nur mehr eine Röhre bilden, in welcher die Verdickungsschichten aus uns noch unbekannten Gründen sehr verschieden gestaltet sind. Von dieser Gestaltung rührt das Aussehen der Spiralgefäße und ihre verschiedene Benennung her. (Fig. 21.)

Fig. 21.



(Nach Unger.)

Alle Pflanzen zerfallen in zwei Abtheilungen, solche, die nur aus Zellhaufen oder aus aneinander gereihten Zellen, also aus

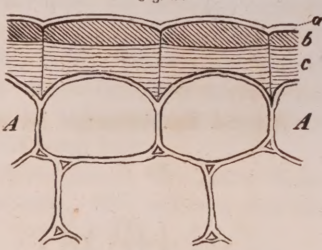
Zellgewebe — und solche, die aus Zellgewebe und verschmolzenen Zellen (Gefäßen) bestehen.

§. 98.

Zellgruppen.

Aber die Zellen gruppiren sich zu besonderen Organen (Oberhaut, Spaltöffnung, Haare, Stacheln, Drüsen, Gänge) und die Gefäße bilden Systeme, das Gefäßbündelsystem. (Fig. 22.) Querschnitt durch oberflächliche Blattzellen von Hoya carnosa.

Fig. 22.

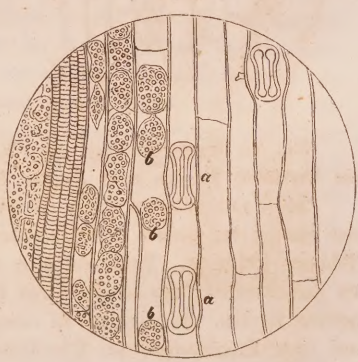


Die Oberhaut tritt bei nur etwas ausgebildeten Pflanzen als äußerste Zellschicht auf. A Epidermis mit a cuticula b und c Verdickungsschichten.

Auf ihr erheben sich als Fortsätze derselben Haare, Warzen, Stacheln, Borsten.

Die Oberhautzellen treten an verschiedenen Orten, häufig oder selten, auseinander und bilden eine Oeffnung, die von zwei halbmondförmigen Zellen eingefaßt und oft an deren Zusammenfaltung mit charnierartigen Wülsten versehen sind. Durch diese Oeffnung, Spaltöffnung genannt, findet ein Weg zu den inneren Pflanzenzellen statt. Die halbmondförmigen Zellen heißen auch Porenzellen, enthalten oft Blattgrün und sind ihrem Wesen nach nicht eigentliche Oberhautzellen. Ihre Zahl ward von der neueren Lehre von der Pflanzenernährung besonders in Betracht gezogen und nicht wenige Trugschlüsse darauf gebaut.

Fig. 23.



(Fig. 23. Spaltöffnungen am Weizen.)

Fig. 24.

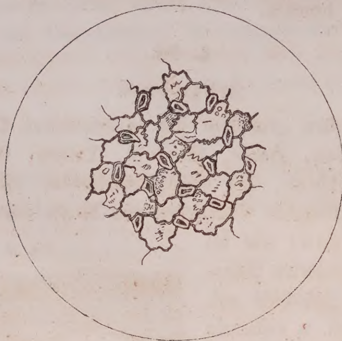


Fig. 24 Spaltöffnungen am Rothklee.

Fig. 25.

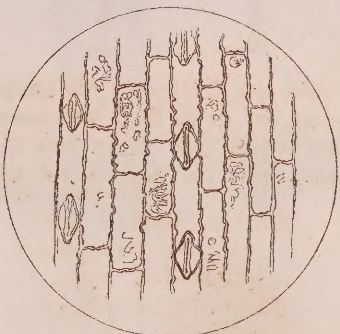


Fig. 26

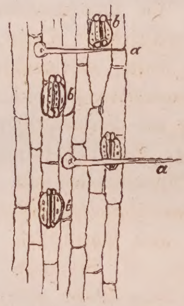


Fig. 25 Spaltöffnungen am Mais, Fig. 26 Spaltöffnungen am keimenden Roggen nebst Haaren bei a.

Die Spaltöffnungen finden sich häufiger an der unteren Blattseite und nur an den grünen Pflanzentheilen. Den unter Wasser lebenden Pflanzen fehlen sie. Dafür enthalten diese mehr Lufthöhlen, die wie die Zwischenzellengänge nur durch das Auseinandertreten der Zellenäste gebildet werden. Man zählte an einem mäßig großen Repsblatte auf einer Quadratlinie der Oberfläche 1797, auf einer Quadrat-

linie der Unterseite 3497, auf dem Ganzen 11,539,700 Spaltöffnungen (Unger).

Man hört und liest allenthalben die Behauptung, daß gewisse Pflanzen mehr Nahrung aus der Luft aufnähmen als andere, und zwar, weil sie größere Blattflächen und mehr Spaltöffnungen besäßen.

Der Gedanke, daß die Spaltöffnungen äußere Athmungsorgane, gleichsam Mund oder Nasenöffnungen seyen, die in die Höhlung des Parenchym führen, wo die eindringenden Gase (Kohlensäure, Ammoniak, Sauerstoff, Wasserdunst ꝛc.) gegen den Zellinhalt durch die Zellhäute diffundiren, lag offenbar dieser Ansicht zu Grunde. Auch ist offenbar die Sache sehr plausibel, da die Diffusion der Gase auf die übrigen Flächen der Pflanzen wegen kork- oder borkenartigen Ueberzügen der äußeren Zellwände, der dicken cuticula ꝛc. jedenfalls nicht so leicht, wenn überhaupt, stattfinden kann.

Indessen sind aber „mehr“ Spaltöffnungen und „mehr“ Blattflächen näher zu bestimmende Ausdrücke. Wir versuchten dieß wie folgt.

Wenn der unterste Knoten eines Cerealienhalmes (aus dem die Erdwurzeln, nicht Luftwurzeln, zur Zeit des Schossens hervorgehen), nicht mitgezählt wird, so zählt derselbe bei Weizen, Roggen, Gerste und Haber in der Regel vier Knoten, seltener fünf. Letzteres häufig bei Haber und Gerste, Sommergetreide, das von den letzten Luftknoten gern Luftwurzeln treibt (am häufigsten Haber und Mais).

Der Halm zählt im Durchschnitt 5—6 Blätter, deren unterstes schon abgestorben ist. Die Breite der Cerealienblätter schwankt zwar sehr, doch ist ½ Pariser Zoll als reichliche Durchschnittsbreite mit Ausnahme der Gerste anzunehmen gerechtfertigt. Ebenso bei den Blattscheiden und dem geschlitzten und breitgelegten Halm. Die Ober- und Unterfläche der Blätter, die Oberfläche der Blattscheiden und des Halmes nebst Spelzen ist also die Summe der transpirirenden und bei Cerealien bezüglich der Spaltöffnungen sich gleich verhaltenden Flächen.

Ich fand die durchschnittliche Länge der Blätter bei Weizen von unten angefangen 1) 9 Zoll, 2) 10 Zoll, 3) 12 Zoll, 4) 14 Zoll, 5) 13 Zoll, zusammen 58 Zoll.

Die Länge der Blattscheide ist 20 Zoll. Das zweite Internodium

von unten an beträgt sehr häufig das doppelte vom ersten, das dritte und vierte wechselt sehr.

Die durchschnittliche Länge der fünf Internodien beträgt beim Weizen von unten nach oben

4½	Pariser	Zoll	das	erste,
6½	"	"	"	zweite,
8½	"	"	"	dritte,
11	"	"	"	vierte,
15½	"	"	"	fünfte,
46	Pariser	Zoll.		

Für das oft fehlende unterste Internodium ist die Durchschnittslänge 2½ Pariser Zoll. Dieß zur Bestimmung der transpirirenden Flächen des Weizen, mit dem sich der Roggen fast ganz, Gerste und Haber weniger analog verhalten.

Ich fand so bei mittlerem Stande der Früchte

für	Winterweizen	84	□Zoll Fläche mit gleichviel Spaltöffnungen,
"	Winterroggen	86	" " " " "
"	Gerste	62	" " " " "
"	Haber	96	" " " " "

Die eben blühenden Pflanzen waren alle auf derselben Bodenart (Thonboden) und unter denselben klimatischen Verhältnissen gewachsen; ebenso der untersuchte Rothklee, nur Luzerne und Esparsette kamen vom Kalkboden derselben Gegend.

Von diesen Cerealien zählte ich im Durchschnitt (von je drei Zählungen)

vom	Winterweizen	auf	1	Pariser	Quadratfuß	54⅔ Halme,
"	Sommerweizen	"	1	"	"	45 "
"	Winterroggen	"	1	"	"	47 "
"	Haber	"	1	"	"	53⅔ "
von der	Gerste	"	1	"	"	48 "

" " " auf 1 Quadratfuß rhein. (n. Henneberg) 49½ Halme.
Rothklee — sehr guter Stand! — 47 Stengel ohne Aeste!

Man kann annehmen, daß von allen Cerealien bei breitwürfiger Saat sich finden:

50—60	Halme	auf	1	Par.	Quadratfuß	bei	sehr gutem Stande
40—50	"	"	1	"	"	"	gutem Stande
30—40	"	"	1	"	"	"	mittlerem Stande
30 und darunter		"	1	"	"	"	schlechtem Stande.

Die Spaltöffnungen der Cerealien sind sehr leicht zu zählen. Sie liegen in der Regel in geraden Reihen, nicht selten auch zwei sehr nahe Reihen in der Art abwechselnd, daß dann zwar weniger auf einer Reihe stehen, aber die damit in der nächsten Zellenreihe abwechselnd dazu genommen doch mehr Spaltöffnungen ergeben, als die einfache Reihe. Die Reihen liegen nie auf den langgestreckten die Zellen durchziehenden Gefäßen der Gräser. Diese als Rippen, Adern, Venen ꝛc. bezeichneten Gefäße verlaufen bekanntlich ganz gerade, zwischen ihnen eben so gerade die Reihen der Spaltöffnungen. Auffallend ist bei vielen die gleiche Entfernung der Reihen auf demselben Raume.

So hat im Durchschnitt der

Weizen	auf	1 Par.	□ Linie	11	Reihen,	je mit	15	Spaltöffnungen,
Roggen	„	1	„	11	„	„ „	17	„
Haber	„	1	„	11	„	„ „	17	„
Gerste	„	1	„	11	„	„ „	22—25	„
Mais	„	1	„	15	„	„ „	22—25	„

Die Oberseite der Blätter, die alten Blattscheiden, die innere Seite dieser haben um $1/3$ durchschnittlich weniger Spaltöffnungen, als die Unterseite der Blätter. Die Kleearten haben, wie der erste Blick schon zeigt, mehr Spaltöffnungen als die Cerealien; dazu kommt, daß sich die obere Seite der Blätter fast ganz gleich verhält und auch der Stengel reichlich damit versehen ist.

Die transpirirenden Flächen wechseln begreiflich je nach dem üppigeren oder mageren Stande derselben sehr. Doch ist ein Mittleres, ein guter Stand, offenbar festzusetzen.

Die Luzerne läßt 45,000 Spaltöffnungen auf einen Quadratzoll zählen. Ober- und Unterfläche verhält sich bei den drei Kleearten fast ganz gleich in dieser Beziehung! Der Stengel zählt aber höchstens $1/3$ davon — also 15,000 auf dem Quadratzoll. Ein üppiger Luzernstengel zählt im Durchschnitt 18 Blätter, eines ins andere gerechnet wird jedes der aus drei Blättchen bestehenden Blätter 1 Pariser Quadratzoll Fläche messen, die beiden Flächen also 36 Quadratzoll geben. Es ist hiebei ein üppiger liegender Stengel zu 30 Zoll Länge angenommen, eine Oberhautfläche zu $1/2$ Zoll Breite, also 15 Quadratzoll im Ganzen. Wenn die Kleestengeln sich verästeln, so geschieht es auf Kosten der unteren Blätter,

die absterben und der Stengelbildung von unten. Es stehen dann statt der Stengel eben Aeste im Quadratraum, freilich bei der Luzerne sehr blattreich. Es ändert sich in der Hauptsache nichts für die transpirirenden Flächen auf demselben Raum. Behandeln wir analog auch den Rothklee und Esper, immer einen sehr guten Stand aller drei vorausgesetzt, bei bester Bodenkraft und klimatischer Gunst in derselben Vegetationsperiode und nehmen an

für Luzerne	eine	Stengelzahl	per	Quadratfuß	von	50
" Rothklee	"	"	"	"	"	47
" Esparsette	"	"	"	"	"	40

so erhalten wir

	auf 1 Quadratfuß		
für Luzerne	92,250,000	Spaltöffnungen	
	(bei 45,000	"	auf 1□Zoll Blattfläche)
für Rothklee	83,584,800	"	
	(bei 62,400	"	" 1 " ")
für Esparsette	61,104,000	"	
	(bei 45,600	"	" 1 " ")

Nehmen wir bei den vier Cerealien 50 Halme im Durchschnitt auf 1 Quadratfuß, so erhalten wir

	auf eine Quadratlinie		
bei Weizen	(165	Spaltöffnungen)	69,300,000 Spaltöffnungen
bei Roggen	187	"	80,410,000 "
bei Haber	187	"	89,760,000 "
bei Gerste	275	"	85,250,000 "

Wenn nun auch solche Berechnungen niemals auf stricte Genauigkeit Anspruch machen können, so ist doch überall gleich consequent verfahren und damit die Verhältnißmäßigkeit gewahrt worden. Vergleicht man nun Cerealien und Kleearten bezüglich der Spaltöffnungen miteinander, so ist klar, daß keine Schlüsse für ein abweichendes Verhalten beider daraus abgezogen werden können. Aber wir verkennen nicht, daß sich die zarte cuticula der Kleearten gegenüber jener harten der Cerealien bei der Diffusion der Gase verschieden verhalten mag, was indessen erst zu beweisen ist. Ob die transpirirenden Flächen mit dem Gesammtgewichte des Organismus steigen oder sinken?

Die Spaltöffnungen stehen mit luftführenden Gängen und

Kanälen, mit den Zwischenzellgängen in Verbindung. Alle grünen Pflanzentheile enthalten sehr viel Luft in diesen Gängen und zwar ohne Unterschied der Blattbeschaffenheit. Man nimmt in ihnen 21 Procent im Mittel Luft an, obgleich die Abweichungen sehr groß sind und zwischen 3 und 71 Procent schwanken.

Diesen Luftgängen ähnlich verhalten sich die Saftbehälter und Saftgänge, von welchen erstere in geschlossenen Zellen Harze, Oele, Säuren, Gummi, Balsame rc., letztere dasselbe aus den zerrissenen Zellen ergossen, enthalten. Terpentinöl und Fichtenharz, Weihrauch und Kirschgummi werden so abgesondert.

Den Saftbehältern ganz ähnlich und nur durch geringere Ausdehnung verschieden sind die besondere Säfte absondernden und oft zu kleinen Haufen gruppirten Zellen, die man Drüsen nennt. Fast keiner Pflanze fehlen sie und die wohl oder übel riechenden Oele, klebrige und zuckerige Stoffe werden vorzüglich von ihnen ausgeschieden. Deßgleichen die brennenden, wie bei der Brennnessel.

§. 99.

Gefäßbündelsystem.

Wir haben gesagt, nur die Gefässe bildeten ein System, das Gefäßbündelsystem. Aber es ist ein Fortschritt der neueren Zeit, daß man erkannt hat, wie nur langgestreckte Zellen das Wesen solcher die Pflanzen durchziehenden Stränge, solcher Faser- oder Gefäßbündel ausmachen. Das Spiralgefäß begleitet sie oft, aber nicht immer. Die Gefäßbündel sprossen entweder nur an ihrem Ende (Endsprosser, Gefäßkryptogamen) oder sie sind geschlossen und wachsen nur durch ringsherum neu sich entwickelnde langgestreckte Zellen (Umsprosser oder Monokotyledonen) oder endlich sie sprossen an den Enden und wachsen unten und herum nach (Endumsprosser, Dikotyledonen). Man hat darauf die neueste Eintheilung des Pflanzenreiches gegründet, obgleich die Grundlagen des Systems noch lange nicht genug evident erscheinen.

An jedem Gefäßbündel sind Holzkörper, Bastschichten und Cambium oder bildungsfähige Zellen zu unterscheiden, letztere liegen zwischen den beiden ersteren. Wenn nun die Gefäßbündel in geordneter Reihung ringsherum im Stamme stehen, wie dieß bei den zweisamlappigen Pflanzen, bei unseren Bäumen und Holzarten

überhaupt der Fall ist, so entstehen durch das Wachsthum eine Schichte nach innen, Holzschichte oder Jahresring, und eine Schichte nach außen, Bastschichte genannt. Jene ist viel größer als diese.

Durch die nachwachsenden Gefäßbündel werden diese Schichten alljährlich wieder neu bedeckt und so auch der alte Zusammenhang der Centralgefäßbündel mit dem Basttheil und den Seitenorganen (Blättern) aufgehoben. Die Gefäßbündel der Aeste hängen mit jenen des Stammes zusammen und beide haben gleich Einfluß auf einander. Sie sind nicht geschlossen, während es jene der Blatt- und Blüthentheile sind.

§. 100.

Die Ernährung.

Alle Elemente, welche die Pflanze, die kleinste wie die größte, enthält, hat sie von außen aufgenommen, sie hat nichts davon durch sich selbst geschaffen. Sie erhält aber von den Elementarstoffen, wie schon oft gesagt, vorzüglich Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, die vier sogenannten organischen Elemente, dann Phosphor, Schwefel, Chlor, oft Jod und Brom; Kiesel, Kali, Natron, Kalk- und Talkerde; Eisen und Mangan; aber das Eisen ist als solches weder in den Zellen noch den Gefäßen, ebenso nicht der Schwefel und Phosphor, nicht einmal der Kohlenstoff oder der Aetzkalk vorhanden. Auch ohne Mikroskop würde man diese Elemente in den Pflanzen erkennen müssen, wären sie so vorhanden. Sie sind es nur in Verbindung — als Wasser, Kohlensäure, Luft, Kieselsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure 2c. — und zwar wieder nur als kieselsaures, schwefelsaures, kohlensaures, äpfelsaures, oxalsaures, phosphorsaures Kali, Natron, Kalk, Talk, Eisen, Mangan. Aber wie? Vorzüglich und wieder im Pflanzensafte gelöst oder gar krystallinisch in den Zellen abgelagert, seltener schon im Gewebe selbst und am seltensten in den Ablagerungen, im Stärkmehl, Zellstoff, Gummi, Zucker, in den Alkaloiden, in den Harzen und Oelen. Diese alle bestehen aus Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, einige enthalten dazu noch Stickstoff, aber das verbrannte Gewebe liefert in der Asche auch die übrigen, Kali und Natron, Kalk und Talk, Eisen und Mangan. Und doch hat man weder diese noch die anderen als solche Elemente mit den ihnen zukommenden charakteristischen

Eigenschaften darin gesehen, sie haben ihre Eigenschaften ganz eingebüßt und Gummi, Stärkmehl, Zucker haben fast nichts mit dem Sauerstoff, dem Wasserstoff und Kohlenstoff gemein. Die Kraft nun, welche bewirkt, daß eine Pflanzenzelle aus Wasser, Kohlensäure und Ammoniak so verschiedene von diesen abweichende Körper bilden und mit Zuhülfenahme verschiedener Mineralbestandtheile ihren eigenen Leib aufbauen und erhalten kann, diese Kraft nannte die ältere Lehre Lebenskraft, die neuere sieht nur eine Modification allgemein chemischer und physikalischer den Körpern als solchen eigener Kräfte darin, was am Ende bis auf die Forschungsmethode auf dasselbe hinausläuft.

Die Pflanze ernährt sich durch unorganische Substanzen, luftförmige, flüssige, gelöste, das Thier durch organische. Auch organische Substanzen gehen in die Pflanzen ein, aber sie nähren nicht. Was aber organisch genannt zu werden verdient, was nicht, ist oft schwer zu sagen.

Niedere Pflanzenformen scheinen organische Stoffe auch assimiliren zu können. Die Pilzalge der Fische und ihrer faulenden Eier (leptomitus clavatus) enthält, sehr sorgfältig behandelt, an sechs Procent Oel, wie es die Dottersubstanz des Eies und des Fischlaiches auch liefert.

Die Pflanzennahrung ist oben bereits erörtert worden, hier möge der Vorgang der Nahrungsaufnahme selbst geschildert werden.

Die Zelle wächst, durch sie die Pflanze, die Zelle nimmt Nährstoffe auf, verwendet sie für sich und scheidet das Unnütze ab. Was ihr unnütz ist oder was sie sich für späteren Bedarf aufspeichert, ist oft der von uns gesuchte Stoff, weßwegen wir die Pflanze anbauen. So das Stärkmehl der Getreidekörner und der Kartoffeln, der Farbstoff des Krapp, das Oel des Repssamens.

§. 101.

Art der Aufnahme der Nährstoffe.

Wie nimmt die Pflanze Gase und Flüssigkeiten als Nährstoffe auf? Die Zellen sind ohne sichtbare Oeffnungen, aber sie sind durchdringbar, ihre Haut hat also Oeffnungen, uns unsichtbar, durch welche jene durchgehen. Die Verbreitung einer Flüssigkeit oder eines Gases in einem anderen, d. h. die Diffusion ist eine bestimmten

Gesetzen folgende physikalische Erscheinung und die Membran selbst übt ihren Einfluß darauf. Von diesen zwei Beobachtungspunkten ausgehend stellt sich Folgendes fest.

Die Diffusion der Flüssigkeiten, eine allgemeine Eigenschaft flüssiger (wie flüchtiger) Körper, wird als ein Wechsel der denkbar kleinsten und ferner untheilbaren Theilchen erklärt.

Ein Stück Zucker, in ein Glas Wasser geworfen, löst sich auf, d. h. seine kleinsten Theile legen sich, uns fortan unsichtbar, neben die kleinsten Theile des Wassers, und es dauert ziemlich lange Zeit, bis sie dieß durch die ganze Masse des Wassers gethan haben. Wer dieß nicht abwarten will, und doch sein Wasser gleichförmig gesüßt trinken möchte, rührt daher um. Die kleinsten Theile des Salzes, des Gummi, des Eiweißes brauchen ebenso oft lange Zeit, bis sie sich so neben die Theilchen des Lösungsmittels, sey dieß nun reines Wasser oder schon eine andere Lösung, gelegt haben. Je nachdem dieß nun bei einzelnen Körpern schneller oder langsamer geschieht, darnach bildet man Reihen von so und so viel schneller (und langsamer) sich durch eine Flüssigkeit verbreitenden oder diffundirenden flüssigen Körpern.

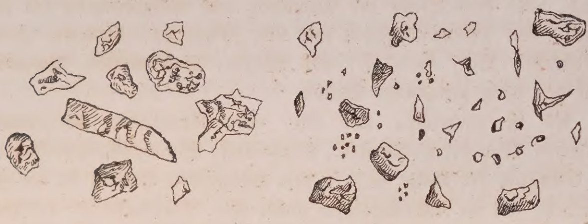
Wir finden, daß sich die Diffusionsverhältnisse einfach auf die Gewichte der Aequivalente beziehen. Wir rechnen hier nach Maßen. Aber die Maße sind nur neu gruppirte Atomencomplexe. Es gibt Reihen gleich diffusibler Körper, die sonst sehr verschieden von einander sind und wieder sind isomorphe Körper oft sehr verschieden diffusibel.

Die Neubildungen bei der Diffusion gehen so weit, daß durch dieselbe aus Lösungen Salze getrennt, ja chemische Zersetzungen hervorgebracht werden können. Erst wenn das Diffusionsvermögen eines pflanzennährenden Stoffes bekannt ist, kann man versuchsweise auch die Wirkung der Zellhaut beim Diffundiren jenes Stoffes durch sie zu ermitteln suchen. [1]

[1] Auflösung und Mischung unterscheiden sich wesentlich nicht; ob feste und flüssige Körper, oder flüssige mit flüssigen, oder endlich diese und gasförmige sich mischen, d. h. ihre letzten Bestandtheile neben einander ohne oder mit Aenderung der Eigenschaften (Zersetzung, Neubildung, Metamorphose) legen, ist für die Erforschung des Wesens zuletzt einerlei. Aber wir möchten doch nicht die Diffusionsmischung mit einer Lösung des Zellstoffes identificiren, wie Schleiden thut (Encycl.

Die Pflanzenwurzeln sind außen, wie auch andere Pflanzentheile, an ihren Enden mit Feuchtigkeit, gasförmiger oder tropfbarflüssiger, und mit Gasen in Berührung. Sie selbst enthalten auch Gase und Flüssigkeit, die, wie jene, verschiedene Stoffe, und zwar in verschiedener Menge gelöst, enthalten. In der die Wurzeln umgebenden Erde

Fig. 27.



(Fig. 27 Sand- und Thontheilchen mikroskopisch gesehen) sind es Kali-, Ammoniak-, Natron-, Eisen-, Mangan-, Kalk-, Talk- oder salpetersaure, kohlensaure, schwefelsaure und phosphorsaure Salze, die im Wasser gelöst sind, in den letzten Wurzelzellen sind schon Dextrin, Gummi, Zucker und Eiweiß vorhanden und bilden eine dichtere Lösung, als jene der Erdfeuchtigkeit, welche nur durch die Zellhaut von ihnen getrennt ist. Sofort suchen sich beide auszugleichen, sie durchdringen, indem sie ihre kleinsten Theilchen nach den Gesetzen der Massenanziehung aneinander zu legen streben, die uns unsichtbaren Poren der Zellhaut. Die dichtere Lösung der Zelle zieht viel mehr von der dünneren sie umgebenden Lösung der Pflanzennahrung an sich, als sie gegen letztere abgibt. Ihre Annahme nennt man Endosmose, ihre Abgabe Exosmose. Aber schon gegen die nächsten Zellen — und so immer fort durch alle unzähligen Myriaden Zellen — verhält sich ihre eigene Flüssigkeit als die dünnere und wird von der dichteren jener stärker angezogen, als sie selbst sie anzieht. Und so schreitet das zum Nahrungssaft gewordene Erdfluidum fort von Zelle zu Zelle,

der ges. theoret. Naturw. III. S. 111), nachdem doch über die Löslichkeit des frischen Zellstoffes soviel wie Nichts vorliegt. Die eigene Kraft des organisirten Zellstoffes (die Zellwand), Flüssigkeiten gegenüber, die ihn passiren, darf noch immer so lange mitzählen, als andere Annahmen nichts mehr erklären und den Erfahrungen überdieß widersprechen.

und wird assimilirt oder der Pflanze selbst ähnlich gemacht, in ihre nächsten Bestandtheile verwandelt.

Assimiliren aber nennt man die beim Diffundiren der gelösten Nahrungsstoffe a) durch diesen Akt selbst, b) durch die Einwirkung der Zellhaut, endlich c) durch den Zellinhalt innerhalb der Zelle vor sich gehende Neubildung von organischen Stoffen oder Ernährung, falls diese Stoffe für Erhaltung und Vergrößerung der Zelle dienen, von Pflanzenorganen und von Zellstoffen, Gummi, Zucker, Stärkmehl, Oel, Harz 2c., aus Wasser, Kohlensäure, Ammoniak nebst den oben genannten Salzen.

Es ist zuverlässig nur eine neue Anordnung der kleinsten Theilchen, denn der Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und die Elemente der Salze sind in den organischen Stoffen in der Zelle dieselben, wie im Nahrungssafte außer ihr. Aber wie sie sich gruppiren? Dazu bietet die bewegliche atomistische Theorie Möglichkeiten in Fülle, aber nur schwache Beweise.

Dieser Vorgang der Ernährung ist ohne Bewegung der Flüssigkeit nicht denkbar. Aber man sieht nur eine im membranösen, stickstoffhaltigen Zellinhalt (Protoplasma) vor sich gehende Bewegung (Rotation und Cirkulation) die des Saftes selbst, das Saftsteigen, sieht man nicht.

Dadurch, daß die Zelle neue Stoffe bildet, verdichtet sie ihren Inhalt; dadurch, daß sie Wasserdunst abgibt, verstärkt sie noch mehr diese Verdichtung. Ihre Aufnahme gasförmiger Stoffe aus der Luft hebt diese nicht wieder auf, wegen rascher Verähnlichung der Stoffe. Je entfernter also eine Zelle von der Wurzel und den inneren Geweben der Pflanze ist, um so dichter ist ihr Inhalt, um so mehr Asche gibt sie auch, um so stärker zieht sie endosmotisch den schon theilweise assimilirten Inhalt der nächsten Zellen an. Die Blätter der Pflanzen geben die meiste Asche.

Was alle Pflanzen zur Ernährung brauchen, ist uns wohl nahezu richtig bekannt, was aber jede einzelne besonders, in welcher Menge und zu welcher Zeit am passendsten, das ist noch fast ganz ungelöst. Dazu kommt der Mangel verständiger Versuche zur Ermittlung dieser Frage. Bald wird behauptet, Pferde- und Schafdünger verhindere die Zuckerbildung in den Runkelrüben, sehr gediegene Landwirthe stellen es nach Versuchen wieder in Abrede, stickstoffhaltige

thierische Dünger mehrten auch die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Kulturpflanzen, z. B. den Kleber in den Cerealien; die neueren Untersuchungen bewiesen fast das Gegentheil. Einige Chemiker suchen den Nahrungsbedarf nur in den Aschenbestandtheilen, die sie bei der Untersuchung der Pflanze in verschiedenen Zeiträumen ihrer Entwicklung fanden, wenn es hoch kommt, wird noch der Stickstoffgehalt mit in Rechnung gezogen.

Aber die Pflanze muß seyn das Produkt aus a) Aschenbestandtheilen (Erdnahrung), b) Gasen (Ammoniak und Kohlensäure, vorzüglich Luftnahrung), c) Wärme (in Einheiten anzugeben), d) und Feuchtigkeit.

Man muß z. B. sagen können, die bestgerathene blühende Weizenpflanze ist das Produkt aus x Mineralbestandtheilen + x Ammoniak- und Kohlensäure + x Wärmeeinheiten + x Feuchtigkeit a) in Dunstform, b) als Regen.

Dann erst kann man ernstlich darüber nachdenken, wie man dieß alles und jederzeit auf eine ökonomische Weise verschaffen kann. Wie wir unsere Kulturpflanzen jetzt nähren, gleichen wir dem Viehhalter, der eine Fuhr Heu im Kuhstall den frei herumlaufenden Thieren auf einen Haufen etwa alle acht Tage vorwerfen würde.

Die Pflanze hat, nach den meisten Annahmen, kein Wahlvermögen; was den Gesetzen der Durchdringung gemäß eindringen kann und chemische Verwandtschaft zeigt, geht ein. Aber eben wegen der letzteren wählt sie — sie *muß* wählen, was ihr fehlt zur Neubildung, wie das Thier auch, aber sie stößt nicht zurück, was sie nicht gebrauchen kann (?) oder selbst was ihr schädlich ist.

Die Zellwände lassen Flüssigkeit und Gase durchdringen, also ein- und ausdringen, sie scheiden aus, im Gewebe zwischen ihre Wände, außerhalb des Gewebes auf die Oberfläche. An den Wurzeln findet man solche Ausscheidung, wie am Stengel und den Blatttheilen, aber die Wurzelausscheidungen scheinen zu geringfügig, um auf das Bestehen der Pflanzen im Allgemeinen und der Kulturpflanzen insbesondere großen Einfluß zu üben.

Daß Pflanzen in Wasser Lösliches aufnehmen, ist durch direkte Versuche schon seit Saussure erwiesen, weniger ist dieß aber die Frage a) ob sie darunter auszuwählen im Stande sind, und b) ob sie dieselbe sogleich oder erst nach zurückgelegtem Wege zersetzen.

Der Erforschung des letzteren Verhältnisses setzt sich insbesondere auch das sehr geringe Quantum der diffundirten Substanz, die große Verdünnung, entgegen.

Bekanntlich treibt unsere gemeine Gartenzwiebel (all. cepa) im Frühlinge schon in feuchter Luft sehr leicht starke, strotzende, leicht unverletzt zu erhaltende Wurzeln. Ich benützte dieß zu Versuchen mit ihr.

In geglühtem, mit Salzsäure behandeltem und dann vollkommen ausgewaschenen grobkörnigen Quarzsand wurden 100 Mgr. Eisenvitriol in 140 Grammen destillirten Wassers gelöst und eine Zwiebel zum Wurzelschlagen gebracht, was schon in einigen Tagen gelungen war. Die einen Zoll langen Wurzeln der Pflanze wurden dann aufs sorgfältigste und oft abgewaschen, was ohne alle Verletzung geschehen kann. In eine neue Parthie eben so behandelten Quarzsandes wurden nun fünf Gramme gelben Blutlaugensalzes, in Wasser gelöst, gebracht und dieselben Zwiebel eingesteckt. Schon nach zwölf Stunden, noch besser nach vierundzwanzig Stunden, zeigen die Wurzeln blaue Färbung im Innern. Der Mikroskop bestätigte das Vorhandenseyn der blauen Farbe auch in den Zellen, aber die intensivere Farbe war nicht an den Spongiolen, sondern mehr rückwärts.

Dieselbe Zwiebel, wiederholt und lange abgespült, ward in wie oben gereinigten Quarzsand, mit etwas Eisenchlorid, in Wasser gelöst, gebracht.

Aber der Quarzsand läßt sich gar nicht mehr so reinigen, daß er nicht mit Gallustinctur noch reagirte; die Zwiebelwurzeln aber tingirten sich innen vollkommen blauschwarz, als sie in mit Spuren von Gallustinctur versehenes reines Wasser kamen.

§. 102.

Exkremente der Pflanzen.

Die Schuppen einer Gartenzwiebel sind offenbar ein Depot von Nahrungsstoffen, die unter Zutritt äußerer Bedingungen und Stoffe Material zur Assimilation bieten.

Sie schrumpfen während der Vegetation ihres Stengels in 2½ Jahren ein und lassen eine große Zahl trockener, häutiger Membranen zurück, wie dieß schon im ersten Jahre gegen den Herbst

zu der Fall ist. So weit solche nicht humificirt werden, mehren sie sich durch Austrocknen an der Luft und hindern dann das weitere Austrocknen der von ihnen bedeckten. In diesen trockenen Schuppen ist ein in Wasser löslicher harzartiger Stoff, der allein die Zwiebeln nur schwer, oft gar nicht, nie vollständig zum Keimen kommen läßt.

Wird nun eine frische Zwiebel in der Erde angetrieben, und man richtet es so ein, daß eine ihrer Wurzeln nach drei Wochen etwa, noch ehe sie verästelten, ohne alle Verletzung in ein kleines Gläschen (von etwa zehn bis fünfzehn C. C. Inhalt) mit destillirtem Wasser gesenkt, die Oeffnung aber ringsherum mit Papier verklebt wird, so zeigt nach zwölf Tagen das Wasser, sorgfältig abgedampft und der Rückstand mit Aether und Alkohol behandelt, eine darin lösliche wachsharzartige Substanz, die unterm Mikroskop amorph ist. Wir haben die sonst bekannten Versuche mit Hyazinthen in den bekannten konisch zulaufenden Gläsern in allerlei Mischungen wiederholt und finden es völlig unbegreiflich, wie man behaupten konnte, gefärbte Pflanzensäfte gingen in dieselben ein und färbten selbst eine Zeitlang die Blüthen. Uns ist dieß weder mit solchen Säften bei weißen Hyazinthen in Gläsern oder gar Erde, noch auch bei intensiveren Farbstoffen gelungen.

Aber um so leichter war die Ausscheidung organischer Substanzen aus den Wurzeln nachweisbar. Schon die bald eintretende Fäulniß des Wassers unter Zersetzung von Wurzelenden zeigt dieß, wenn ersteres nicht zeitig erneuert wird. Interessant war uns die Erscheinung, daß Hyazinthenwurzeln eine durch Kalilauge vermittelte Lösung von Cochenille schon in vier bis sechs Tagen so zu zersetzen vermögen, daß die Flüssigkeit nicht einmal mehr alkalisch reagirt. Die Untersuchung zeigte, daß die Wurzeln das Kali absorbirt hatten, des Farbstoffes Reste wurden dann wieder gefällt.

Die organischen Ausscheidungen, nicht die unorganischen sind es, die Bedeutung für die Nahrung der Pflanzen haben.

Um die Ausscheidungen der Wurzeln zu prüfen, wurden in wiederholt gewaschener Sägekleie von Fichtenholz sechzig Maiskörner gelegt, mit destillirtem Wasser zeitweise begossen, einer Temperatur von 20—25° R. ständig ausgesetzt und so vierzehn Tage in Vegetation erhalten. Sie hatten alle schon nach fünf Tagen gekeimt. Eben

so viel Sägekleie derselben Art ohne Samen wurde ganz eben so behandelt.

Nach vierzehn Tagen wurden beide Schalen mit der Sägekleie mit destillirtem Wasser ausgelaugt und filtrirt. Waren Wurzelausscheidungen organischer Natur und in Wasser löslich vorhanden, so mußten sie ein Plus im Rückstande nach Abdampfen des Wassers neben den Extraktstoffen aus der Sägekleie bilden. Letztere waren begreiflich in beiden Schalen gleich.

Von 300 C. C. dieser Flüssigkeiten gab nach dem Eindampfen auf ein Drittel weder die eine noch die andere eine Reaktion auf Gummi oder Zucker (Trommer'sche Probe).

Von 550 C. C. Wasser von sechzig Maispflanzen nach Entwicklung des zweiunddreißigsten Blattes wurden erhalten, durch Alkohol gefällt, als Pectinsubstanz nicht sauer reagirend und in Wasser löslich (Parapectin Fremy) 0,061. Von eben so viel Wasser mit Sägekleie in derselben Zeit und Temperatur auf dieselbe Weise 0,052 Gr. Der Unterschied war also verschwindend, ins Reich der Fehlerquellen streifend.

Von 100 Maiskörnern in wohlgereinigte Roßhaare gelegt und mit destillirtem Wasser zum Keimen gebracht, keimten 77 und gaben so viel Zucker an das Wasser ab, daß dasselbe sogar süß schmeckte und noch nach dem zweiundvierzigsten Blatte an erneuertes Wasser so viel abgab, daß Geschmack sowohl, wie die Trommer'sche Probe ihn zeigte. Versucht man ihn durch Abdampfen darzustellen, und es geschieht nicht sehr rasch, so zersetzt er sich.

Diese 77 Pflanzen geben nach acht Tagen des Keimens (bei 15—20° C.) so viel Zucker an das Wasser ab (begreiflich die Samen, wohl am wenigsten die Wurzeln) daß die Flüssigkeit widerlich süß davon wird. Ich erhielt davon in e i n e m Auszuge aller Körner 1,800 Gr.

Im Boden geben keimende Cerealien gewiß ebenfalls viel Zucker aus ihren Samen, welche platzen, ab und die Einwirkung der Zersetzung desselben wie auch von Dextrin ꝛc. kann nicht ohne Wirkung auf die Pflanzenernährung seyn.

Mit Bleizucker (verdünnt) begossene Bohnen excernirten nichts, auch ihr Saft zeigte nicht die Spur von Reaktion darauf.

Die Exkremente der Pflanzen sind nur an den sich verdickenden

Oberhautschichten der Wurzeln von Bedeutung, und durch Exkretion von Gummi oder Zucker organische Substanz; und zwar durch die Produkte der Verwesung dieser selbst wieder.

§. 103.

Aufsteigen und Vertheilung des Saftes.

Die Nahrungsflüssigkeit steigt also durch dieselbe Kraft, vermöge welcher sie in die Zelle einging, von Zelle zu Zelle bis in die entferntesten Pflanzentheile; die langgestreckten Zellen, die Gefäßbündel nehmen Theil daran, am spätesten die Spiralgefässe. Der Weg, den der Saft macht, geht zuerst durch die innersten Stammtheile, durch die Holzzellen, welche den rohesten Nahrungssaft enthalten (Gummi und Zucker).

In den Endtheilen, und insbesondere den Blättern, wird der Saft am meisten umgewandelt, er wird zum Bildungssaft (Cambium), der schon viele Salze und mehr Eiweiß enthält. Von hier steigt er abwärts in die äußersten Stammschichten und bildet, zusammentreffend mit der seitlichen Saftbewegung, Splint und Bast — damit Rindenlagen nach außen und Holzlagen nach innen zu. Letztere haben ihre größte Breiteausdehnung im Sommer (Jahresringe), ihre geringste im Winter bei unserem Klima.

Da die Blätter so wichtig für den Bildungssaft, also für das Wachsthum und die Umwandlung wie Neubildung von Stoffen überhaupt sind, so leuchtet ein, welchen Nachtheil allzustarke Entlaubung oder das Entblättern in vielen Fällen für die Landwirthschaft hat. Uebermäßiges Abblatten (Ausgeizen) der Weinreben verhindert das Reifen der Trauben, zu starkes Entblättern der Runkeln hindert die Zuckerbildung und zwingt die Knollen, theilweise die Verrichtung der Blätter zu übernehmen, daher aus der Erde herauszuwachsen und zu vergrünen. Das zu früh abgeschnittene Kartoffelkraut bewirkt Stillstand in dem Wachsthum der Knollen.

In den Blättern angekommen, gibt der schon sehr assimilirte Nahrungssaft Wasserdunst und Gase ab, es diffundiren dafür neue gegen ihn, es findet Athmung, Transpiration der Pflanzen statt, ein Austausch von Luftarten.

Nach Unger[1] verdunstet eine Fläche von 40,000 □' (bayr.

[1] Anatomie und Physiologie der Pflanzen S. 335.

Tagwerk) mit Buchen bestanden, in 153 Vegetationstagen an 1,459,158 Kil., also 2,918,315 Pfund Wasser. Er meint, daß selbst nach Abzug des wieder verdunstenden Meteorwassers noch immer für ein Tagwerk (40,000 □') 3,264,238 Pfund übrig blieben, hinreichend, um die Vegetation zu ernähren und die Quellen zu unterhalten.

Wir kennen zwar Ungers Quellen für die Regenmenge seiner Versuchsgegend nicht, glauben auch nicht, daß die Differenz von dreiunddreißig Vegetations- und Regentagen die Erklärung geben kann, obgleich im Spätherbst der Regenfall größer als die Transpiration zu denken ist, aber wir müssen bei der Richtigkeit unserer Annahmen für unsere Gegend zunächst (Südbayern) verharren, und glauben, daß auch anderwärts sich durch genauere Untersuchungen dasselbe herausstellen werde. Jedenfalls müßte immer die Methode der Untersuchung behufs der Kritik mitgetheilt werden. (Vgl. oben §. 41.)

§. 104.

Athmen der Pflanzen.

Grüne Pflanzentheile nehmen also in der Nacht, im Schatten und bei zerstreutem Tageslichte aus der sie umgebenden Luft Sauerstoff auf und geben dafür eine dieser Menge nicht ganz entsprechende Quantität Kohlensäure an dieselbe ab. Im Sonnenlicht strömen sie Sauerstoff neben einer wechselnden Menge Stickstoffs, d. h. sauerstoffreiche atmosphärische Luft, aus. Ob dieser Stickstoff mehr beträgt, als sich aus der atmosphärischen Luft, die mit dem Wasser schon in die Wurzeln kommt, ableiten läßt, ist sehr fraglich. In den Luftbehältern und Lücken der Landpflanzen ist selbst eine Luft an Sauerstoff ärmer, als die atmosphärische, da von diesem viel zu Neubildungen verwendet wurde.

Wenn man über die Ausscheidung des Sauerstoffes aus grünen Pflanzentheilen bei einwirkendem Sonnenlicht in so ferne mehr übereinstimmt, als derselbe von zersetzter Kohlensäure, wohl auch wenigem Wasser, herrührt, so ist doch die in der Nacht oder im Schatten oder nur bei Ausschluß direkten Sonnenlichtes vor sich gehende Aufnahme von Sauerstoff bezüglich ihrer Bedeutung noch Gegenstand des Zweifels. Der Grad der Dunkelheit macht keinen Unterschied

in der Quantität der Aufnahme und diese ist am Anfange bei eingesperrten Beobachtungspflanzen am größten. Nach Liebig ist diese Aufnahme von Sauerstoff ein reiner Oxydationsproceß.

„Mit der Nacht beginnt ein rein chemischer Proceß . . . . . Dieser Proceß hat mit dem organischen Lebensprocesse in der Pflanze nicht das geringste gemein, denn er tritt in der todten Pflanze ganz in derselben Form auf, wie in der lebenden."

Aber eine Pflanze, die sonst am Lichte vegetiren muß, und nicht etwa eine Gruben- oder Schattenpflanze — und in abnormem Verhältniß im Dunkeln zur Vegetation gebracht wird, wächst doch — sie wird nicht bloß zersetzt nach dem Gesetz des Chemismus, das beweisen im Dunkeln keimende Samen und Knollen (Kartoffelkeime, die sogar wieder kleine Knollen ansetzen), aber sie nehmen doch kaum sehr an fester Masse, zunächst an Kohlenstoff, zu.

Nach Fremy verwandeln frisch gepflückte fleischige Früchte schnell den Sauerstoff der Luft in Kohlensäure, zerquetschte aber nicht.

Ueber die Aufnahme von Kohlensäure und Ammoniak als Nahrungsmittel ist schon gesprochen worden.

§. 105.

Secrete.

Es ist sehr schwer zu sagen, was in den Pflanzen Secret, Stoff zur Ausscheidung, sey. Man nennt als solche: Wasser (z. B. an den Spitzen des keimenden Getreides, am Kohl), Gummi (an den Kirschbäumen), Zucker (in den Blüthen, z. B. des Klee's, auf Blättern, Honigthau), Oele, Harze, Balsame (an der Oelmadie und dem Hanf, dem Hopfen, der Pechnelke, den Nadelholzarten), Wachs (an allen blauangelaufenen Pflanzentheilen, z. B. Kohlblättern, Zwetschgen und Pflaumen), Milchsaft (Wolfsmilch, Salat, Cichorien, Mohn).

Mit der Annahme, daß die überwiegende Bildung von Kohlenhydraten bei gehinderter Verwendung derselben zu Neubildungen, die Ursache der Exkretion sey, Lindenbäume dann im heißen Sommer Zucker auf den Blättern, Coniferen im Winter bei mangelnder Saftcirkulation Harze aussonderten, aussondern müssen, kann man sich nicht genügen lassen. Lindenbäume haben in gewissen Lagen, namentlich im freien Stande außerhalb des Waldes alljährlich, das

Wetter mag seyn, welches es wolle, diese Ausscheidung auf den Blättern, gerade am meisten nach langen Regen, die Bildung von Harz bei den Coniferen findet sich von harzführenden Gefässen weit im Innern der Pflanzen abhängig, und bleibt bei ruhender Cirkulation unerklärlich. (Liebig.)

Die Ausscheidung einer „weißen filzigen Kruste" bei Küchengewächsen, die mit leicht löslichen Mineralbestandtheilen im Dünger überdüngt sind, ist in diesem Falle weit häufiger nicht zu beobachten, als das Gegentheil. Auch nicht Kränkeln und Absterben derselben. Die filzige Masse sind wohl Pilze, die als Mycelium vorerst in Scene treten.

B. Ihre Vermehrung.

§. 106.

Fortpflanzungsarten.

Keine Pflanzenzellen entstehen ohne eine vorher dagewesene andere, der einfachste Samen der niedersten Pflanzenformen ist eine fortpflanzungsfähige Zelle, also Zellen nur aus Zellen, alle Zellen nur aus einer als Spore oder Eizelle geltenden Zelle, so behauptet die neueste Naturforschung und verweist die Erklärung mancher damit schwer zu vereinbarenden Erscheinungen auf eine spätere Zeit.

Also gibt es keine mutterlose Zeugung jetzt mehr.

Aber es gibt eine Fortpflanzung der Gewächse ohne und mit Befruchtung.

Die erstere findet in den niedersten Pflanzenformen oft ganz allein, in den höheren neben der zweiten statt; die letztere fast überall.

Der Fortpflanzung durch bloße Theilung bei den niedersten Pflanzenformen (Algen oder Wasserfäden) folgt jene durch Knospen, seyen es Brutzellen oder Lagerkeime, Brutknospen oder wahre Knospen, (an Lilienarten, an den Wurzeln und Ausläufern als Brut vieler Bäume, an dem Stamme überhaupt); dieser folgt die Fortpflanzung durch Zusammenwachsen von Zellen (Copulation), und endlich die vollkommenste Art von allen, die Fortpflanzung durch Eizellen, welche zum Wachsen in der Regel erst durch Einwirkung von sogenannten Befruchtungszellen (Pollen, Blüthenstaub) befähigt werden. Diese

Einwirkung eines aus den Blüthenstaubzellen (Befruchtungszellen) heraus und bis zur Eizelle hinwachsenden Zellschlauches auf die Eizelle selbst heißt Befruchtung.

Sie bewirkt hier sogleich das Entstehen eines Pflänzchens, das aber in Häuten vorerst eingeschlossen bleibt, auch manchmal gleich heraus wächst (lebendiggebärende Pflanzen) und Embryo heißt. Bei manchen Pflanzen geht diese Ausbildung einer neuen Pflanze erst vor sich, wenn schon viele Zellbildungen vorangegangen sind, ehe bewegliche Befruchtungszellen (Schwärmsporen) auf Eizellen wirken und dann die völlige Entwicklung sichern. Die hier zuletzt entstehende Eizelle (Spore) kann keine vollkommene, der Mutter ähnliche Pflanze entwickeln, oder einen Embryo bilden, bis nach ihrer Keimung die Befruchtungszellen auch gebildet sind und eingewirkt haben. Die ganze Pflanze kommt gleich nach der Blüthe zur Entwicklung, ja sie ist nichts als der sogleich fortwachsende Embryo.

§. 107.

Constanz der Merkmale, die Art.

Der von einer Fortpflanzungszelle entstehende Keim hat alle Eigenschaften der Mutter, von welcher jener rührt, diese Eigenschaften zusammen, mehreren einzelnen Pflanzen gleicherweise zukommend, bilden den Begriff einer Art. Die Fortpflanzung der Eigenschaften ist zwar das sicherste Merkmal der Art, aber nicht absolut sicher. Da die Merkmale das Produkt der äußeren Einflüsse von Boden, Klima und aller tellurischen Bedingungen der Pflanzenexistenz überhaupt sind, diese Einflüsse aber selbst wechseln und für größere Zeiträume entschieden sehr bedeutend sich ändern, so ist auch ihr Produkt, das Merkmal der Art, veränderlich. Es gibt keine absolute Constanz (Stabilität) der Arten, ein Satz, den wir selbst früher durch botanisch-historische aus der derzeitigen Pflanzengeschichte erhaltene Beweise, wie andere aus den vorweltlichen Epochen später stützten, indem sie unsere Daten mit mystischen Behauptungen, wie: „Nur in dem tiefsten Grunde des allgemeinen Pflanzenlebens allein kann und muß der Grund jeder Veränderung, mag diese das Individuum oder die Einheit der Art, Gattung u. s. w. betreffen, liegen“ und „der Grund aller Verschiedenheiten des Pflanzenlebens kann kein äußerer seyn“ zu überwallen und für unzulänglich zu erklären

suchten. Wie steht es dann mit der Behauptung derselben sonst sehr geistreichen und gründlichen Gelehrten, daß die Pflanze kein Atom besitze, welches sie nicht von außen empfangen habe, demgemäß auch alle ihre Kräfte nur solche diesen Stoffen zukommende seyen? Verschiedenheiten aber müssen durch Kräfte hervorgerufen werden. — Während der Fortschritt naturwissenschaftlicher Forschung in die kleinsten Maße und Gewichte herabzusteigen nöthigt, hat selbst Humboldt so großartige historisch erweisbare Differenzen von Vegetationscharakteren nach 2000jährigen Zwischenräumen unserer Zeit für unerheblich für die Existenzverhältnisse des Organischen auf unserem Planeten erklärt und Schouw die historischen Belege more barbaro ignorirt![1] Es heißt aber gänzlich die Bedingung und die Stufenfolge, das ganze Wesen solcher Veränderungen mißkennen, wenn man, wie noch so oft gelesen werden kann, den Uebergang von Trespe in Haber oder Roggen, von Gerste in Lolch, in Weizen beobachtet haben will. Ob es der Kunst nicht gelänge, aus Aegylops triticoides oder Triticum Spelta wirklich Triticum sativum zu machen, dürfte aber durch Versuche zu erproben wenigstens gerechtfertigt erscheinen.

Jedenfalls verrathe es völligen Mangel jeglicher ächter Naturkenntniß, anzunehmen, aus Bromusarten oder gar Apera spica venti z. B. könne Haber — nicht in Einem Jahre, ja in Jahrhunderten — entstehen, eine Unwissenheit, die aber nicht größer ist, als jene, welche aus den kleinsten und unbedeutendsten Merkmalen gleich eine neue Species mit der Annahme einer Constanz für alle Zeiten macht. Daß aber doch in Jahrtausenden aus zwar verwandten, aber jetzt für „constante" (!) verschiedene Species gehaltenen Arten unsere kultivirten Cerealien gemacht werden konnten, fortpflanzend ihren Typus, beweist nebenbei auch unsere Ansicht, man müßte denn gleichfalls mit Dingen „im tiefsten Grunde" — etwa hier der

[1] Landwirthschaftliche Schriftsteller werden sich dieses Ignoriren von den Vollblutgelehrten noch lange gefallen lassen müssen. Obwohl wir acht Jahre früher die Constanz der Art aus guten Gründen und ohne Widerlegung („Klima und Pflanzenwelt in der Zeit") in Abrede stellten, so wird dieß doch bei Aufführung derselben Behauptung neuerlich gern verschleiert eigener Forschung zugeneigt und still übergangen. Vergl. Unger Anatomie und Physiologie der Pflanzen 1855 S. 395 und Schleiden die Pflanze S. 282, wo sogar wörtlich uns nachgeschrieben wird. So vieler Schätze Besitz sollte Achtung des geringen Eigenthums Anderer um so leichter machen.

Civilisation — zum Gegenbeweis schreiten wollen. Bezüglich der Fortpflanzungsfähigkeit der Bastarde soll an einem anderen Orte das Weitere vorgebracht werden. Die Heimath der weitaus meisten Kulturpflanzen ist zwar entweder völlig unbekannt oder doch zweifelhaft. Aber es wird Niemanden einfallen zu behaupten, daß sie auch ursprünglich keine gehabt hätten oder daß sie dem Menschengeschlechte schon als solche, als Kulturpflanzen, mit wären in die Windeln gegeben worden. Sie waren offenbar ursprünglich wild, wurden aber durch Anbau so verändert, daß sie von ihren Stammeltern bis aufs Nichtwiedererkennen sich unterscheiden. Die systematische Botanik, befangen in ihren Ansichten von der Constanz der Merkmale, kann sich nicht entschließen, dieselben von verwandten, aber, wie sie sagt, specifisch verschiedenen Arten abzuleiten, z. B. Secale cereale von Secale fragile, Solanum tuberosum von Solanum stoloniferum.

Wie alt auch die Erde seyn mag, die Kultur des europäischen Menschengeschlechts und des vorderasiatischen geht doch kaum viel über 5000 Jahre hinauf, indische und afrikanische (ägyptische) Geschlechter hatten erweisbar verschiedene, aus der Kultur fast sämmtlich verschwundene Kulturpflanzen (vorgetreidliche Zeit!). Die Natur brauchte aber keine 5000 Jahre zu dieser Umgestaltung, denn schon vor 2000 Jahren (Theophrast) hatten die meisten Cerealien und sehr viele Baumfrüchte schon eine der jetzigen theilweise höchst ähnliche Gestalt. [1]

Es ist nicht nur nicht anzunehmen, daß die Natur in dieser umändernden Kraft nachgelassen habe, sondern es ist eher eine Zunahme derselben anzunehmen, da die Factoren jener durch die Erscheinungen der Civilisation im Allgemeinen nur gewachsen sind.

Der Landwirthschaft ist bezüglich der Feststellung und Beschreibung der von ihr angebauten oder benützten Pflanzen der Begriff von Art, Gattung und Abart nicht gleichgültig; jedenfalls ist ihre

[1] Durch Beachtung der Griesenbachschen Vegetationslinien ist es jetzt möglich, auch in kürzeren Zeiträumen die Aenderungen in den Verbreitungsbezirken der Pflanzen wahrzunehmen, falls jene für größere Gebiete einmal sehr sicher festgestellt sind.

Daß die Flüsse mehr als begränzende Momente der Pflanzenbezirke gelten, als Wasserscheider, wie hervorgehoben ward, ist ein neuer Beweis für die Wanderung der Arten, die gerade in dieser das größte Hemmniß finde.

Erfahrung zur Entscheidung der hierin unter den Botanikern entstandenen Polemik zu hören.

Die alte descriptive Schule der Naturgeschichte, die ihre ganze Aufgabe in das Auffinden bezeichnender Merkmale der Pflanzenarten und deren Einstellung ins System setzte, wird begreiflich ärgerlich und oft sehr grob, wenn sie hören muß, daß dazu wohl sehr viel Fleiß, aber nur sehr wenig Geist gehöre und obendrein auch der Fleiß größtentheils vergeblich angewandt sey. Schon der Ausdruck „gute und schlechte" Species, dann „Unterart" und endlich der aller Reinigung spottende Pfuhl von täglich neu wachsenden Synonymen mußten Bedenken erregen. Das Bollwerk der ausschließlichen Unfruchtbarkeit der Bastarde ist von den landwirthschaftlichen Erfahrungen schon längst, von den botanischen neuerlich gleichfalls, sogar bis zur Fruchtbarkeit der Produkte von Bastarden mit Bastarden über den Haufen geworfen worden.

Die Kräfte der Materie bedingen die Gestaltung, so lehrt der Describent; die producirten Gestalten (Arten) sind aber nicht so mannichfach und in einander übergehend, als die denkbare Combination jener Kräfte vermuthen läßt. Boden und Klima sind die nächsten Gebiete, innerhalb deren oder durch welche die Gestalten (Arten) erzeugenden Kräfte wirken. Da Boden und Klima sich in der Zeit an einem Orte ändern, so müssen sich auch die durch dieselben wirkenden Gestalten bildenden Kräfte — also auch ihr Produkt oder die Arten — ändern. Die Arten gehen über, die Arten wandern. Der historische Beweis ist, so weit die botanische Wissenschaft dieß möglich macht, dafür geliefert.

Die Gegner dieser Behauptung wenden denselben Satz zu ihrem Vortheil. Sie sagen: den typusgebenden Einfluß von Boden und Klima zugegeben, so sind doch zuverlässig jene Arten geschieden und constant, die nebeneinander gleichen Einflüssen des Klima und Boden ausgesetzt sind, ohne durch Uebergangsstufen verbunden zu seyn.

Wir summiren dagegen als Schlußsatz Folgendes:

1) daß die Natur durch ihre Kräfte ursprünglich viel einfachere Typen schuf, als in der neuesten Erdbildungsepoche, in der wir uns befinden, zeigt die geologische und paläontologische Forschung. Die Natur ging hierin offenbar vom Einfachen zum Mannichfaltigen über; diese Uebergänge wurden durch Revolutionen unterbrochen, die

neueste Forschung hat nachgewiesen, daß eine viel größere Zahl von Pflanzenarten aus der Tertiärepoche in unsere Zeit herübergekommen ist, als man bisher annahm (Unger und Göppert). Die ganze Geologie hat sich von dem endlosen und häufigen Revoltiren zur Idee der auch durch allmählige Uebergänge möglichen großartigen Aenderung der Erdoberfläche gewendet (Bischof). Wir fügen hinzu, die Naturgeschichte der organischen Reiche wird dieser Wendung folgen müssen.

2) Der Beweis für solche Umänderungen kann historisch zweifach geliefert werden: 1) durch historische Forschungen aus der Vorzeit, diese als Zeit ohne menschliche Tradition im weitesten Sinne genommen; 2) durch dieselben aus der sogenannten historischen Zeit (der menschlichen Civilisation). Beide zu liefern, ist bereits versucht worden.

3) Es gibt offenbar gewisse Formenkreise, die strengere Abmarkung ihrer Merkmale, im Ganzen der Familien und Gattungen, wie im Einzelnen der Arten und Spielarten, gestatten, als andere, wo Uebergänge häufiger sind.

Die weitere Forschung der Description, auf Sammlung vieler Individuen Einer Art und Ergründung der gestaltgebenden Bedingungen gestützt, wird diese Kreise genauer bestimmen und vielleicht auch die Ursachen der Lücken in der Kette ermitteln.

4) Da die formverändernden Einflüsse auf alle Arten einer Flora wirken, so gestalten sie die Gesammtheit, nicht bloß Einzelnes, um, und wenn nicht dieselben Florenreiche aus sehr entfernten Zeiten einander entgegengehalten werden können, um ihre Unterschiede im Ganzen und Einzelnen zu erforschen, so entgehen diese. Die Zeiträume der menschlichen Beobachtung sind im Allgemeinen schon zu kurz, um derartige Naturbeobachtungen leicht anstellen zu können, sie sind es noch viel mehr für das Leben des Einzelnen.

5) Deßhalb auch gibt es eine Constanz der Art, aber nur eine relative, aber sehr verschieden gemessen und von den gestaltgebenden Bedingungen abhängig und es ist die Kenntniß der Art durchaus nothwendig, schon allein, um ihre Uebergänge constatiren zu können und als Grundlage vielfacher Forschung. Es würde übrigens eine neue Art von Gruppirung der Pflanzengestalten, als die von Linné vorzüglich erprobte, auch genügen.

6) Da die Form- oder Gestaltveränderungen der Pflanzenarten keinesfalls aus der historischen Zeit hinaus fallen, da sogar bei

bedeutenden klimatischen und Bodenveränderungen in kurzen Zeiträumen dieselben sehr rasch eintreten können, da endlich für die angewandte Naturwissenschaft und die Land- wie Forstwirthschaft, insbesondere auch den Gartenbau ganz vorzüglich es von praktischer Wichtigkeit ist, die nur relative Constanz der Formen festzuhalten, so ist die Aufstellung dieses Grundsatzes für die reine und angewandte Naturwissenschaft von großer Bedeutung.

„Die Kräfte der Materie bedingen die Gestaltung," auch wir huldigen diesem Grundsatze, aber nur consequent; denn wir fügen bei: die producirten Gestalten (Arten) sind eben so mannichfach und ineinander übergehend, als die denkbare Combination jener Kräfte zu schaffen vermag.

Kützing, der beim Speciesmachen seiner Absicht sich völlig bewußt ist, macht in seinen Grundzügen der philosophischen Botanik darauf aufmerksam, daß das Ziel der wissenschaftlichen Pflanzenkunde nicht in der Aufstellung von absoluten oder constanten Arten oder in dem Artensysteme gesucht werden dürfe, weil alle genaueren Untersuchungen über die Art die Existenz derselben als „absolute" oder „constante" Größe in Zweifel stellen.

Er stellt im IV. Band der tabulae physiologicae (Vorwort) als Aufgabe der Wissenschaft hin, die relativen Arten in ihrer morphologischen Verknüpfung darzulegen und will durch die tabulae physiologicae nur die Kenntniß der relativen Arten in den Algenformen fördern, er spricht nur den absoluten und constanten Arten, keineswegs den relativen und veränderlichen, die Existenz ab.

Professor Dr. Schnizlein von Erlangen sagt (Flora Nr. 6, 1854): „Betrachtet man den Zustand unserer jetzigen descriptiven Botanik in Bezug auf die Annahme oder Aufstellung von Gattungen und Arten und hat man wirklich eine ziemliche Anzahl von Pflanzenformen mit unbefangenem Blick betrachtet, so wird wohl Niemand läugnen, daß eine Danaidenarbeit gethan wird und ein qualvolles Abmühen stattfindet, Gattungen und Arten zu scheiden, bis aufs letzte Härchen und Fältchen zu betrachten, sie als besondere Naturwesen hinzustellen und dann sich Adams paradiesischer Lust hinzugeben (1. Mos. 2, 20.) ......" Was man jetzt Species nennt, sind offenbar nicht gleichwerthige Formen, daher spricht man auch von „guten und von schlechten Arten." (Unger.)

Auch der Geolog schenkt dieser Umänderung jetzt mehr Beachtung und Bischof (Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie I. Vorrede) räumt die Möglichkeit ein, weil sie bereits durch Facta bewiesen sey, daß in den krystallinischen Gesteinen außer der Umwandlung des Feldspaths in Kaolin noch andere Umwandlungsprocesse von Statten gegangen sind und noch von statten gehen. „Seite 472: „Berücksichtigt man, daß die Verwandlung eines Minerals in ein anderes, mit Beibehaltung der Form, nicht das Werk eines Augenblicks ist, sondern so langsam und allmählig erfolgt, daß im Verlaufe der Zeit unendliche Zwischenstufen stattfinden, ... so muß man fragen, ob es irgend einen Werth haben kann, die Resultate der Analysen solcher Mineralien in eine chemische Formel zu zwängen? Wir werden in der Folge sehen, wie manchmal eine ganze Reihe ähnlicher Fossilien nur als die verschiedenen Stadien der Umwandlung eines Fossils zu betrachten sind, und wie sich diese Reihe der Umwandlungen erst mit einem gewissen Mineralindividuum schließt."

Was bürgt für die Unveränderlichkeit dieses Individuums wieder?

„Wenn wir aber gesehen haben, wie durch fortgesetzte Kultur einer Pflanze unter gleichen Umständen in Zeit von einigen Jahrhunderten eine durch den Samen fortzupflanzende Unterart werden kann, so scheinen wir berechtigt zu seyn, auch weiter zu schließen, daß nämlich, wenn dieselben Verhältnisse viele Jahrtausende hintereinander auf eine Unterart einwirken, diese zuletzt zu einer Art wird ..... Wir können so ahnen, auf welche Weise die Natur im Laufe vieler Jahrtausende die Zahl der Pflanzenarten vermehrt haben kann." Schleiden, Encyclopädie III. S. 200.

Nach Dr. Wimmer (Denkschrift zur Feier ihres fünfzigjährigen Bestehens, herausgegeben von der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur. 1853. S. 145) sind viele Hybriden fruchtbar, unter den Weiden S. silesiaca, Lapponum, S. ambigua und Doniana, auch ließen sich Bastarde mit Bastarden erfolgreich befruchten. Er zählt viele Bastarde auf z. B. von Alopecurus, Carex, Epilobium, Euphorbia, Verbascum und Cirsium.

Noch sey erwähnt, daß der Schluß: Alles, was für sich Fortpflanzungsfähigkeit seines Typus besitze, sey Art (Varietät oder Mischling), das Gegentheil Bastard, so lange ohne Gewicht bleibt,

als die Fortpflanzungsfähigkeit mancher aus entschieden als Arten anerkannten Stammeltern hervorgegangenen Bastarde Thatsache ist.

§. 108.

Das Keimen.

Bei allen sichtbar blühenden Pflanzen, und dahin gehören alle unsere Kulturpflanzen (etwa die angebauten Pilze, Champignon und Trüffeln ausgenommen), bildet sich im Ei eine kleine Pflanze, der Embryo oder auch der Keim ganz vorzugsweise genannt. Ist er reif, fehlt weiterer Zufluß von Feuchtigkeit, sind alle Nährstoffe zur Erhaltung und Entwickelung eben dieses kleinen Keimes (Stärkmehl, Oel, Schleim) gebildet und in den Zellen desselben oder im Eiweißsack (als Mehl beim Getreide) oder in den Hüllen desselben abgelagert, dann ist der Samen fähig, längere Zeit ohne Zusammenhang mit der Pflanze, die ihn erzeugte, zu leben und jene Kraft zu bewahren, welche unter bestimmten Verhältnissen wieder Wasser und darin gelöste Stoffe (Pflanzennahrung) durch die Zellwände in organische Substanz verwandeln läßt, das heißt die Pflanze keimen und wachsen macht, die Kraft, welche man sich neuerlich auszusprechen scheut, am meisten dann, wenn man gerade erst recht viele neue Kräfte mit Leichtigkeit annimmt, die Lebenskraft. Man erzählt Beispiele von keimenden Samen aus Mumiengräbern, mehr als 2000 Jahre alte Samen, und wir selbst sahen in Griechenland solchen von einem Aegyptenfahrer mitgebrachten keimenden Weizen, was aber nicht Triticum fastuosum, sondern gemeiner Winterweizen war. Die Gegenden, aus denen er kam, waren durchschnittlich regenlos im ganzen Jahre, dasselbe wird von Erbsen, von Mais (aus den Gräbern peruanischer Könige) und Anderen bezüglich ihrer Keimfähigkeit erzählt.

Fast alle Samen verlieren bei etwa 50° C. ihre Keimfähigkeit, ausgenommen jene mit sehr harter, der Wärme weniger zugänglichen Schale. Für Getreidearten ist schon eine Temperatur von 35° C. verderblich, wenn sie durch Wasser auf die Samen wirkt, aber sie vertragen 45° C. im erwärmten Sande (Unger). Die Wärme im heißen Wasser wirkt rascher verderblich, als Wasserdämpfe, und noch weniger wirkt heiße trockene Luft.

Zum Keimen gehört Wärme, Feuchtigkeit und Sauerstoffgas (oder Säure, Chlor, Jod, Brom, die den Sauerstoff ersetzen können).

Wie viel nun Sauerstoffluft?

Wenn man darauf antwortet, daß dazu $1/_8$ ihres Volumens oder $1/_{100}$ bis $1/_{2000}$ ihres Gewichtes gehöre, daß eine Zumischung von drei bis vier Theilen Stickstoff auf einen Theil Sauerstoff sehr förderlich sey, so wird das der Durchschnitt für viele Samen seyn müssen, wenn er Bedeutung haben soll. Daß Samen mit mehr Oelgehalt oder mit mehr Stärkmehl sich anders bezüglich ihres Bedarfes verhalten werden, als solche mit weniger, erscheint klar, wenn man bedenkt, daß hier ein Oxydationsproceß eingeleitet werden soll. Es ist auch die sich dabei entwickelnde Wärme das Resultat davon, ob ganz? muß erst durch Versuche festgestellt werden. Nach den neuesten Untersuchungen nehmen die keimenden Samen Sauerstoff auf und bilden mit ihrem Kohlenstoff Kohlensäure und Kohlenoxydgas, mit ihrem Wasserstoff Wasser. Kleesamen verlor durch das Keimen 6 Procent seines Gewichtes. Weizen verlor einmal in 51 Tagen seines Keimens (!) 57 Procent, Erbsen in 56 Tagen 52 Procent. Die stickstoffhaltigen Stoffe der Samen, welche in den Cerealien beim Keimen in Diastase übergehen, sind zuverlässig nicht ohne Einfluß auf die Verwandlung der Stoffe im Samen in assimilirbare feste Pflanzennahrung. Fast jede stickstoffhaltige organische Substanz wirkt bei Gegenwart von Wasser und Wärme zuckerbildend auf die Stärke und oxydirend (?) auf die Oele. Daß auch der Frost zuckerbildend wirkt, zeigten uns Versuche mit gefrorenen Kartoffeln und Eicheln. Er thut dieß wohl nur durch Umänderung der Wirkung der stickstoffhaltigen Substanz. Auch Diastase thut das, und nicht erst bei 60—70° R., wo allerdings der höchste Punkt ihrer Wirksamkeit liegt. Dennoch ist unwahrscheinlich, daß dieser sehr problematische Stoff die Zuckerbildung beim Keimen der Cerealien verursache, er begleitet sie wohl nur. Die Bildung von Gummi (Dextringummi) und Zucker aus unlöslichem Stärkmehl ist oft eine unerläßliche Bedingung zum Keimen. Das Stärkmehl geht bei den Getreidearten dabei in Gummi und Zucker über, bei den Kartoffeln, die freilich keine Samen sind, bloß in Gummi. Eine alte Steckkartoffel enthält schon bald nach dem Legen und jedenfalls im Herbste,

wenn sie, wie oft, noch unzerstört ist, keine Spur von Stärkmehl mehr, aber viel Dextringummi in Wasser gelöst.

Die Frage vom Sauerstoffbedarf zum Keimen hat für die Praxis Bedeutung, so fern zum Gelingen der Saat einfacher Luftzutritt nothwendig ist. Dieß ist allüberall auf der Erde der Fall, wenn die Samen a) nicht zu tief, b) in nicht zu fest geschlossenen Boden gebracht werden. Aber diese beiden Regeln sollten für die einzelnen Kulturpflanzen in Zahlen gebracht werden.

Im Thonboden keimen die Cerealien selten über acht Zoll Tiefe. Uns gelang es in Mitte Oktober nur mehr Erbsen und Haber bei acht Zoll Tiefe zum Keimen zu bringen. Bei zwei Zoll Tiefe keimten zuerst Spelz, Weizen und Gerste, russischer Haber und Hellerlinsen.

Im Sandboden zu gleicher Zeit Reps, Sommerkorn und Erbsen, die im Thonboden 2—3 Tage später keimten. Die Temperatur war durchschnittlich Nachmittags drei Uhr 25,76 C., die Bodenwärme variirte im Thon ein Fuß tief von 12—13,4 C.

Der Thon verlor im lufttrockenen Lokal in zwölf Tagen 11,6 Procent Feuchtigkeit. Merkwürdig war, daß alle versuchten Samen derselben Art und Ernte niemals im Thon und Sand gleich keimten. Der Versuch blieb leider unvollständig.

Die Samen können aus größerer Tiefe bei geschlossenem Boden sich schon nicht erheben wegen Mangel an Wärme, wegen der physiologischen Unmöglichkeit, den Träger ihrer Keimblätter so sehr zu verlängern und der Schwierigkeit, mechanische Hindernisse des Bodens mit weichen oder kränklich gewordenen Organen zu durchdringen. Es braucht also nicht gleich der Mangel an Luft oder an Sauerstoff zur Erklärung herbeigerufen zu werden und die Behauptung, daß kleine Samen in größerer Tiefe keimen könnten, weil sie weniger Sauerstoff bedürften, ist mindestens ein seiner Erklärung halber überflüssiges Paradoxon. Der Mangel höherer Wärmegrade in einer Tiefe von einem Fuß z. B. gerade während des Sommers oder der gewöhnlichen Saatzeit erklärt gleichfalls die Schwierigkeit des Keimens in solcher Tiefe, was im Herbst und Winter nicht so ist.

Die Wärme ist ein noch mehr empfindlicher Erreger und Förderer der Keimung, als der Sauerstoff. Alle Samen keimen nur

bei einer gewissen mittleren Temperatur, die für größere Gruppen übrigens gleiche Gränzen hat. Die meisten unserer Kulturpflanzen keimen zwischen 4—7° C. Daß dieß mit Pflanzen der Tropen und der subarctischen Zone anders sey, ist begreiflich. Schon in Griechenland z. B. keimen nach unseren Erfahrungen im Sommer viele Pflanzen selbst mit Bewässerung nicht, die bei uns in dieser Jahreszeit keimen. Dahin gehören z. B. unser Rothklee, viele unserer Gräser, der Borretsch, der doch dort im Winter wild vorkommt 2c. Hohe Wärmegrade tödten die Keimkraft vieler Pflanzensamen, wie oben gesagt wurde, höchste Kältegrade schaden aber nicht; anders, wenn die Samen schon zu keimen begonnen haben. Unsere Cerealien, soweit angekeimt, daß sie bereits erweicht (milchig) waren und einer Kälte von unter 0 ausgesetzt, verloren in derselben gefrorenen, dann aufgethauten Erde ihre Keimkraft. War die Erweichung jedoch nicht vollständig, so keimten von zwanzig Weizensamen noch fünf. Es ist für die Praxis interessant, die letzte Gränze zu kennen, innerhalb welcher Kulturpflanzen noch keimen können. Weizen und Gerste keimten nach Versuchen schon in zehn Stunden bei 16—20° R., in zwölf Stunden bei 20—28° R., gar nicht mehr bei 40° R.

Am 14. November wurden von mir in gewöhnliche Gartenerde Haber, Weizen, Roggen und Gerste gelegt zwei Zoll tief. Die verglichenen Thermometer, der eine im Boden, der andere an der Luft, zeigten

			Früh 7.	Abends 3.
14.	Bodenthermometer	I.	+ 3,8.	3,5.
	Luftthermometer	II.	+ 3,2.	4,0.
15.		I.	3,5.	6,8.
		II.	4,3.	7,1.
16.		I.	4,6.	5,2.
		II.	5,0.	6,0.
17.		I.	4,6.	5,2.
		II.	5,4.	5,9.
18.		I.	4,0.	5,0.
		II.	4,8.	5,6.
19.		I.	4,4.	7,3.
		II.	5,0.	8,3.

			Früh 7.	Abends 3.
20.	Bodenthermometer	I.	1,8.	1,7.
	Luftthermometer	II.	1,4.	1,7.
21.		I.	2,2.	2,6.
		II.	3,2.	3,1.
22.		I.	1,2.	2,8.
		II.	1,3.	3,1.
23.		I.	1,5.	3,0.
		II.	1,8.	3,0.
24.		I.	0,6.	0,8.
		II.	+ 0,4.	0,3.
25.		I.	+ 0,5.	+ 3,4.
		II.	+ 0,8.	+ 2,4.

26. Gefroren! beide unter 0!

Die nun vorgenommene Untersuchung zeigte, daß Roggen und Gerste 3—4 Linien lange Würzelchen geschoben hatten. In ein warmes Zimmer (12° R.) gebracht, erschienen die Roggenkeime schon nach zwei Tagen über der Erde. Nach sechs Tagen erschien auch der Weizen, obgleich er vorher im Boden nicht gekeimt hatte. Diese Samen erfroren also nicht, obgleich sie im Keimen (oder in der Milch) vom Eispunkt überrascht worden waren. Künstlich zum Keimen gebracht und dem Froste ohne Erddecke frei ausgesetzt, dann in frostfreie Erde gelegt und einer Temperatur von 12° R. im Mittel (im Zimmer) ausgesetzt, keimten sie.

Um die zum Keimen der Cerealien nöthige Feuchtigkeit zu ermitteln, wurde folgende Beobachtung angestellt: 50 Gramme Quarzsand, vollkommen getrocknet, eben so viel Thonboden, 25 Gramme reiner Humus aus Holz mit Erde und 25 Gramme Thierkohlenpulver wurden am 8. November im sehr feuchten Kuhstalle der Thierarzneischule aufgestellt. In allen lagen keimfähige Roggenkörner.

Der Thon hatte nach 24 Stunden 0,685 Mgr. Wasserdunst aufgenommen, der Sand 0,100 Mgr., gepulverte Thierkohle 0,590 Mgr., humusreicher Gartenboden 0,496 Mgr. Am 24. November (nach 14 Tagen) hatte der Sand im Ganzen Wasserdunst aufgenommen 0,150 Mgr., der Thon 1,370 Mgr., die Thierkohle 1,790 Mgr., der Gartenboden 0,945 Mgr. Es zeigte sich

keine Spur vom Keimen! Darauf wurden am 28. jedem ein Gramm Wasser zugesetzt und alle in dieselbe warm feuchte Atmosphäre gebracht. Im Kohlenstaub begannen hierauf die Roggenkörner zu keimen, wie am 6. December beobachtet wurde, aber sie entwickelten sich nicht weiter. Durchschnittliche Temperatur des Lokals 15° R. Am 7. December wurden jedem Theile zwei Gramme Wasser zugesetzt. Am 12. schon keimten alle Roggenkörner im Sand und Thon, im Sand wuchsen alle rascher als im Thon; auch in der Kohle und dem Humus waren die Körner im Begriff zu keimen, aber sie verdarben, insbesondere in der ersteren. Drei Gramme Wasser auf 50 Gramme vollkommen trockenen Sand oder Thon hatten hingereicht, 24 Roggenkörner zum Keimen und zur Entwicklung zu bringen. Mittlere Temperatur 15° R. Feuchtigkeit der Atmosphäre sehr groß.

Daß Wasser zum Keimen gehört, ist noch zu erwähnen überflüssig. Aber wie viel Wasser reicht noch aus, und wie viel ist sicher schädlich, das wäre für jede einzelne durch Samen in der Regel vermehrte Art zu wissen wichtig, weil sehr trockene und nasse Saatperioden auf sehr nassen (bindigen) oder sehr trockenen (sandigen) Böden diesen Fragen große praktische Bedeutung verleihen könnten. Nach Schleiden nehmen Getreidesamen, 24 Stunden in Wasser eingeweicht 25—37 Procent ihres Gewichtes Wasser auf, Reps 46, Hülsenfrüchte von 58—85, Rothklee 124 und Leindotter 276 Procent. Letzter und die Hülsenfrüchte brauchten sonach am meisten Feuchtigkeit zum Keimen, was der landwirthschaftlichen Erfahrung, so weit es Bodenfeuchtigkeit betrifft, nicht recht entspricht. Aber es kommt dabei auch auf die Feuchtigkeit der Luft an, jedoch nicht viel, wie obiger Versuch lehrt. Aber alle Bedingungen zum Keimen wirken nur so lange, als die Fähigkeit des Pflanzenkeimes dauert, diese Bedingungen zu seiner Entwicklung zu benützen, so lange als seine Keimkraft dauert. Diese Dauer ist aber bei verschiedenen Pflanzen, abgesehen von allen störenden Einflüssen sehr verschieden. Regel ist, daß sehr viele Samen ein gewisses Alter (gewöhnlich bis zu ihrer normalen Keimzeit) brauchen, um keimen zu können. So wenig dieß überschritten werden darf, eben so wenig soll es unerreicht bleiben. Letzteres ist besonders bei den meisten Umbelliferen und Rosaceen, auch bei vielen Zwiebeln der Fall. Die Versuche von Edward und Colin, von mir wiederholt, bestätigten, daß unsere gemeinen Cerealien eine Viertelstunde

in Wasser von 40° R. erhalten, ihre Keimkraft verloren; auch Reps verlor sie, nicht aber Mais und Sonnenblumen, welche selbst bei 48° R. so behandelt sie erhielten, ja nur um so schneller keimten. Nach 5mal 24 Stunden keimten, so behandelt, bei einer Temperatur von 15° R. Mais und Sonnenblnmen.

Eine Temperatur von 58° R. $1/4$ Stunde lang in Wasser ausgesetzt, dann in Erde gebracht, deren Temperatur zwischen 25—35° R. schwankte, keimten noch Erbsen nach dreimal 24 Stunden (72 Stunden) und Mais in 84 Stunden. Nicht der Wasserhitze ausgesetzte von 58° R., wohl aber in die warme Erde (25—35° R.) gebrachte Samen derselben Arten keimten gleich schnell. Alte Melonensamen, die gewöhnlich behandelt nicht mehr keimten, wurden in Wasser von 50—55° C. erwärmt und eine Stunde lang darin erhalten, zum raschen Keimen gebracht. Ebenso Schweinsbohnen. Von vielen Leguminosen und Cucurbitaceen (Bohnen, Gurken), welche in heißes Wasser von 70—75° C. $1/4$ Stunde lang gebracht, dann in demselben Wasser allmählig der Abkühlung überlassen blieben, keimte nur Eine Buschbohne mehr.

Die Ansicht, daß der Frost die Zellen der Kartoffeln durch Volummehrung zerreiße, und deßhalb sie tödte, scheint uns unrichtig, weil

1) sehr viele saftige Pflanzentheile gefrieren, ohne überhaupt abzusterben. Ihre Zellen müßten aber eben so gut, wie die der Kartoffeln, zerreißen (z. B. Topinambour).

2) Das Zerreißen der Zellen ist an den Kartoffeln mikroskopisch nicht wahrzunehmen; auch müßten die Stärkmehlkügelchen dann mit dem Safte ausfließen, was nicht der Fall ist.

3) Die Zuckerbildung zeigt deutlich auf eine Umänderung der stickstoffhaltigen Substanz, und diese ists wohl, welche manchen Pflanzen bei uns die Keimkraft nimmt.

Die Frostwirkung ist hier ähnlich jener des Schwefelns frischer Pflanzentheile. Diese Theile lassen das Wasser dann von selbst fahren, wie wenn es gleich Krystallwasser gebunden gewesen und nun frei geworden wäre.

Der Einfluß des Lichtes ist dem Keimen an und für sich eher hinderlich als fördernd; da aber die Samenlappenblätter dem Lichte sich zuwenden, und der Einfluß des letzteren ihre Entwicklung nach

dem Keimen begünstigt, so wirkt dieß auch wieder günstig auf die weitere Entwicklung der jungen Pflanze zurück. Aber dann ist auch schon das Keimen vorüber. Dieß ist streng genommen in der Regel der Fall, wenn die Samenlappen außerhalb der Erde stehen, es mag die Zufuhr nährender Samenstoffe noch fortdauern oder nicht.

Außer Sauerstoff fördern noch Chlor und Jod das Keimen ganz besonders, ja sie wecken oft noch die organische Thätigkeit der Zellhaut selbst in Samen, welche ohne ihre intensive Einwirkung nicht mehr gekeimt haben würden, sie erwecken sie vom Tode.

Die Erklärung ihrer Wirkung durch Wasser zersetzende Sauerstofflieferung, sowie die des Kalkens durch rasche Bindung der Kohlensäure und Oeffnung des Zutrittes neuer Sauerstoffquellen, schwebt ohne Beweise in der Luft noch.

Nach den interessanten Forschungen Dr. Hellriegels dürfte sich das Keimen ölhaltiger Samen so verhalten, daß das eingesaugte Wasser das Eiweiß und die übrigen löslichen Grundstoffe löse, das Eiweiß sich dann in der Art zersetze, daß ein Theil in seine unlöslichen Modifikationen zerfalle, der andere mit dem Oele sich verbinde und in dessen Folge eine stärkere Oxydation des fetten Oeles bewirke. Dieses gebe nun bei fortschreitendem Keimen und seiner gleichmäßigen Zersetzung Kohlensäure und Wasser ab, liefere den Keimen dadurch auch Wärme und gehe selbst in einen sauerstoffreicheren Körper über (Bitterstoff Hellr. — Harz? m.) Es entweicht dabei kein Stickstoff.

Zum Schluß des über das Keimen gesagten fügen wir noch mittelst Abbildungen verdeutlichte Erklärungen bei.

Fig. 28 zeigt (nach Schleiden) die Keimung des Weizenkorns.

A. a) schildförmige Platte b) Knöspchen. c) Schüppchen. d) Würzelchen.

B. e) Knöspchen frei von Ueberzug des b) Samenlappens. f) Nebenwurzelansatz.

Fig. 28

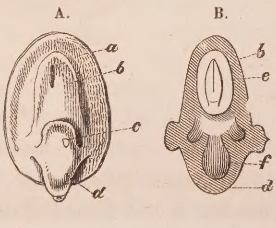


Fig. 29.



Fig. 29 zeigt Stärkmehlkugeln aus dem schon fast leer gewordenen Samen des gekeimten Weizen. Diese Stärkmehlkörner erscheinen wie angefressen, rauh, in der Mitte mit einer Höhlung versehen.

Es ist auffallend, daß man in dem ersten Keimansatze des Mais auch noch Stärkmehlkörnchen, aber weit unter der normalen Größe sieht.

Dasselbe ist der Fall in den 1—2''' langen Keimen der Kartoffeln (Fig. 30). In der vergrünenden, dem Lichte ausgesetzten äußeren Schichte der keimenden Kartoffeln zeigt der Mikroskop außer der deutlichen Grünfärbung der Stärkmehlkugeln auch häufig Krystalle, der Form wie dem Verhalten nach Chlornatrium. (Fig. 31.)

Fig 30.

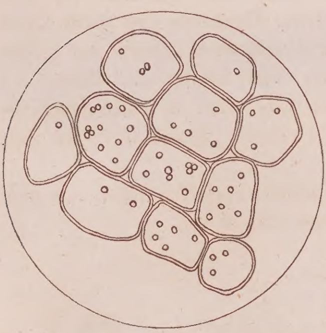
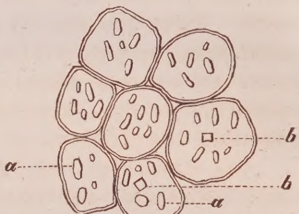


Fig. 31.



a) Stärkemehlkugeln.
b) Kochsalzkrystalle.

§. 109.

Das Wachsen.

Die gekeimte Pflanze muß, nachdem sie gleich dem Thiere der Mutterbrüste so des Sameninhaltes (Zucker aus Stärkmehl, Gummi,

Eiweiß und stickstoffhaltige Stoffe überhaupt) sich entwöhnt hat, aus der Erdfeuchtigkeit und der Luft ihre Nahrung suchen, wie oft weitläufig beschrieben ward. Daß sie diese leicht und gut zubereitet finde, wird eine Sorge ihres Pflegers, des Landwirthes, seyn, und die ganze Lehre von der Samendüngung gehört zunächst hieher. Daß man nämlich mit Stoffen, die dichter und fester als der Zellinhalt der Samen (Samendüngung) selbst sind, oder gar mit Oel, (z. B. Repssamen) das für sich in wäßrigem Fluidum sich nicht vertheilt, d. h. nicht diffundirt, den Samen nicht düngen, wohl aber den ersten Saugorganen des Keimes reichlicher Nahrung zuführen kann, ist aus allem Obigen klar.

Damit nun wächst der Keim und die allmählig aus ihm groß gewordene Pflanze. Sie wächst a) durch Vergrößerung schon gebildeter Pflanzentheile, b) durch Neubildung. Diese geschieht bei vollkommenen Pflanzen nur durch wandständige Zellbildung in jungen Zellen, also auch nur an den jüngeren Pflanzentheilen. In diesen entstehen aus den einfachen Zellen die langgestreckten, mit diesen die Spiralgefässe und damit erst rechte Stamm-, Zweig- und Blattgebilde. Stamm- und Zweig (Achsengebilde) wachsen vorzüglich, oft ausschließlich, nur an den jüngeren Enden. An den Spitzen dieser (Zwischenknoten) Enden, ist das Längenwachsthum am stärksten und nimmt abwärts allmählig ab. Aber die Zwischenknoten (z. B. beim Hopfen der Rankentheil zwischen je zwei Blättern) wachsen bald oben, bald unten überwiegend, anfangs aber sehr gleichmäßig. Das Längenwachsen beim Hopfen geht nur in den drei obern Zwischenknotentheilen vor sich. (Unger.)

Die Blattfläche, einmal entfaltet, wächst gegen den Blattstiel zu, dieser der Blattfläche entgegen, an der Gränze beider ist auch die Gränze ihrer beiderseitigen Wachsthumsrichtung, der Vegetationspunkt. Die meisten Pflanzen (Umsprosser und Endumsprosser) wachsen auch in die Dicke, nicht bloß in die Länge. Dieses Wachsthum geht an alle Oberflächen der Pflanzen vor sich, wo der rohe Nahrungssaft der Pflanzen den Heerd der Neubildung, an der Grenze der Holzbündel, an der Bast- oder Rindenschichte erreicht hat. Der Saft steigt nicht gerade abwärts, aber an den jüngsten beblätterten Achsengebilden ist die Neubildung und also das Wachsthum am stärksten. Der Masse nach gerechnet fällt die Basis des Baumkegels auf seine

Astspitzen, seine Krone, die Spitze desselben auf die Wurzeln. Auch an allen Oberflächen tiefer geht diese Neubildung und Anbildung, hier zum Wachsthum in die Dicke, vor sich. Aber je näher an die Stätte des Längenwachsthumes an den jüngsten Bildungen, um so stärker.

Auch die Wurzel wächst an den Spitzen am meisten und verhältnißmäßig weniger, je näher sie dem Stamme rückt. Hier endlich sind zwei neue Gränzen der Wachsthumsrichtungen.

Die noch auszubildende Lehre von den Wachsthumsrichtungen muß noch manche Erscheinung, auch die des Wuchses ober der geringelten Stelle am jungen Baume (Zauberring) erklären.

Die Pflanzen wachsen zu verschiedenen Zeiten nach verschiedenem Maße. Schwach ist dieß nach Tages- und Nachtzeit zu unterscheiden, aber sehr in die Augen fallend nach Jahreszeiten. Der Wechsel von Wärme und Kälte, von Feuchtigkeit und Trockenheit ändert die Grade im Wachsthum so sehr, daß die Länder davon ihren Charakter vorzüglich nehmen. Unsere Vegetation ist im Winter so schwach, daß sie wie abgestorben erscheint. Allein sie ist es nicht, sie ist es so lange nicht, als der Zellinhalt der Pflanzen flüssig bleibt, nur aber sehr gering. Den trockenen Inhalt der Samenzellen bringt auch der heftigste Frost nicht ums Leben, weil nichts darin Eis werden kann. Im Frühling und Sommer erreicht sie bei uns die größte Höhe und wir erkennen das in den dicht und stark gebildeten Holzgefäßbündeln, die wie ein Ring unter der schwächeren Umgebung stehen, und die man Holzringe, auch Jahresringe nennt. So viel Ringe, so alt ist der Pflanzentheil, Stamm oder Ast, den man untersucht, bei uns, denn da, wo im Jahre zweimal solche Verlangsamung und Beschleunigung des Wachsthums auftritt (z. B. am Senegal) bei doppelt wechselnder Feuchtigkeit und Wärme, da gibt es auch in einem Jahre zwei Holzringe.

Bei Pflanzen, welche ihre Gefäßbündel nicht in Ringe legen, (Monocotyledonen) sieht man gar keine, bei jenen, deren Klima das Wachsthum nur schwach unterbricht, sind sie undeutlicher.

Die Pflanzen wachsen nur in Wurzeln, Stengeln und Blättern manchmal, sie „schießen ins Kraut" ohne schwere Frucht zu bringen, wie man sich ausdrückt, nicht deßhalb, weil ihnen bloß die zur Entwicklung dieser Organe nöthigen Nahrungsbestandtheile geboten, jene

zur Blüthe und Fruchtbildung aber versagt bleiben, obgleich es in Ausnahmsböden der Fall seyn wird (z. B. im Moorboden). Die regelmäßige Ursache ist vielmehr das nur zur Zeit der Blattentwicklung ausnehmend günstige Zukommen von Wärme und Feuchtigkeit, welche in der Blüthe- und Fruchtbildungsepoche entweder fehlt oder im schädlichen Uebermaß geboten wird, Wärme ohne Feuchtigkeit, oder diese ohne jene. Und die Entwicklung der Blüthe- oder Fruchttheile setzt im Allgemeinen höhere Wärmegrade voraus.

Man kann unter die Tropen die Zone der perennirenden, in die wärmere gemäßigte Zone jene der reichlichen, aber schon sehr periodischen Blüthe- und Fruchtbildung, in die kältere gemäßigte Zone jene der Blattentwicklung, der Grünstoffbildung auf Wiesen und in Wäldern (Zone der Pflanzenfresser, der Wiederkäuer vorzugsweise), in jene der kalten Zone die Entwicklung der Wurzeltheile, der etwas lichtscheuen Moose und Flechten verlegen.

Schon im südlichen Europa (Athen) sahen wir viele unserer Kulturpflanzen im Frühlinge bei günstigsten Witterungsverhältnissen bloß ins Kraut schießen (am üppigsten Kartoffeln und Haber, auch Roggen), aber bei rasch einfallenden hohen Wärmegraden auch bei künstlicher Bewässerung spärlich blühen, leichte Körner oder keine bilden, seltene und unreif bleibende Knollen ansetzen. Unter den Tropen ist das noch mehr mit unseren Cerealien auch in höheren Lagen der Fall.

Jeder Pflanze ist eine bestimmte Lebensdauer vorgeschrieben, ihr eigen und von äußeren Einflüssen, wie Luft, Licht, Wärme, Elektricität, Feuchtigkeit und Nahrungsmenge abhängig.

Wer einen Akt im Leben einer Pflanze beschreiben will, wer also einen Versuch z. B. innerhalb des Gebietes des Pflanzenlebens machen will, der muß sagen, wie sich während desselben jene Einflüsse verhalten haben, wenn die Erklärung der Folgerung aus dem Versuche Anspruch auf Vollständigkeit machen will.

Viele Pflanzen sind von Natur aus nur einjährig, d. h. sie vollenden binnen einem Jahre oder in noch viel kürzerer Zeit ihren Lebenslauf. Es gibt bei uns Gerste, die in 3—4 Monaten des Sommers ihren Lebenslauf beschließt, in Südeuropa, in Aegypten thut das der Weizen oft schon in $2\frac{1}{2}$—4 Monaten, aber von Ende Winters bis April und Mai. Maisarten vollenden ihre Entwicklung in 40—50

Tagen. Das Wintergetreide braucht in Gebirgsgegenden oft selbst mehr als ein Jahr. Andere machen zwei Wachsthumsperioden durch, sie wachsen im zweiten Jahre fort noch, sie heißen zweijährig, obgleich sie diese Zeit selten vollauf brauchen.

Die Stoppelrübe (Weißrübe) wird z. B. im August gesät, im Oktober geerntet, im Frühling blüht sie und ist im Juni oft reif, sie hat also nur etwas über zehn Monate gebraucht, heißt aber zweijährig, weil sie erst im anderen Kalenderjahre blüht. So auch die Runkeln.

In südlichen Ländern werden solche Pflanzen oft einjährig, auch bei uns ausnahmsweise blühen manche im ersten Jahre gleich, z. B. die Kardendisteln und Runkeln. Dafür werden andere bei uns einjährige in südlichen Ländern oft zwei- und mehrjährig. Wir sahen in Griechenland und Kleinasien Roggen und Hafer zweijährig, Reseden, Tabak und Ricinus mehrjährig werden. Erster nur ausnahmsweise, letzter in der Regel. Pflanzen, die mehrere Jahre dauern, sie mögen während dieser Zeit oft nur einmal blühen oder gar nicht, heißen mehrjährig. Dieses „mehrjährig" gilt aber nicht für alle Theile der Pflanze.

Eine tausendjährige alte Linde z. B., die innen hohl ist, hat nichts mehr an sich, was etwa nur vor 500 Jahren noch bestand. Dieser ältere Pflanzentheil (Zellen, Gefäße und Inhalt) ist längst vermodert, was darüber wuchs, in die Länge und Dicke, ist das vor uns Stehende und vielleicht nur 300 Jahre alt.

Ein Binsenschopf im Moor mag eben so alt seyn, aber seine alten Halme und Wurzeln sterben in wenigen Jahren, oft alljährlich ab, und nur der Wurzelstock bleibt die alte Mutterpflanze, und selbst diese nur von viel kürzerer Zeitdauer, weil auch davon alljährlich ein Stück abstirbt, wie ein neues zuwächst.

Es ist die Behauptung aufgestellt worden, daß Pflanzen nicht durch Samen, sondern durch Stecklinge, Wurzelausläufer, Wurzelstöcke, unterirdische Stengel u. s. w. vermehrt, allmählig ausarten müßten; sie hätten keine so große Lebensdauer, als aus Samen gezogene derselben Art. Man hat dieß insbesondere für Kartoffeln, deren Knollen nur ein bei der Fortpflanzung vielfach übel behandelter Wurzelstock, ein unterirdischer Stengel mit Knospenanhäufung nebst Aufspeicherung von Nahrung (Stärkmehl) für sie sind, dann für

Bäume und viele Gartenpflanzen überhaupt in Anwendung gebracht, Kartoffelkrankheiten, Ausartung, leichteres Erkranken überhaupt daraus gefolgert.

Da eine so vermehrte Pflanze eigentlich ewig, ihr aber doch von Natur eine bestimmte Lebensdauer vorgeschrieben sey, so sey klar, fuhr man fort, daß sie endlich in das Stadium des schwächlichen Greisenalters, der Decrepidität kommen und, von Nachlässen ihrer Lebenskraft nach allen Seiten überhäuft, zur Fortpflanzung auf ihrem gewöhnlichen Wege mit Erfolg nicht mehr gebraucht werden könne.

Dieses letztere ist bei einiger Ueberlegung am wenigsten stichhaltig, da ja in diesem Sinne jede Pflanze, auch jedes Geschöpf, ewig ist, ihr Embryo im Samenkorn auch nichts als eine junge, aus der alten hervorgewachsene Pflanze ist, wie die Knospe des unterirdischen Kartoffelstockes, die Knospe der immerdar durch Veredlung vermehrten edlen Obstbäume, oder der Ableger und Wurzelschößlinge.

Indessen beweisen eine Unzahl von Fällen auch wirklich, daß so seit Jahrtausenden gezogene Pflanzen nicht schlechter wurden. Zunächst beweist das schon die nie bei uns auch nur früchtereifende Topinambour, die länger als die Kartoffeln selbst ohne allen Nachlaß ihres Wachsthums in unseren Gärten steht. Das beweist der sehr häufig (in der Levante z. B. immer und je) nur mit den Wurzeln vermehrte Krapp, mehrere aus der Römer und Griechen Zeiten stammende und durch Veredlung nur immer vermehrte Obstbäume, das beweisen Pappeln- und Weidenstämme, von denen die ersteren als lombardische Pappeln durchwegs nur durch Zweige vermehrt werden. Deßgleichen der nie aus Samen gezogene Hopfen und Meerrettig.

Man nennt immergrüne Pflanzen alle jene, deren Blätter nicht alle zusammen, sondern in solchen Zwischenräumen abfallen, daß immer noch grüne genug an den Aesten oder Zweigen bleiben, um glauben zu machen, es seyen gar keine abgefallen.

In der zweiten Hälfte des Sommers beginnt bei sehr vielen Bäumen der nördlichen gemäßigten Zone — bei uns — ein zweiter größerer Safttrieb mit Neubildungen bemerkbar zu werden, man nennt ihn Johannistrieb, und er scheint mit der Bildung der Frucht

erzeugenden Organe des kommenden Jahres in besonderer Beziehung zu stehen.

Laubabwerfende Bäume in mildere Klimate versetzt (z. B. unsere Eichen oder Ahorne, Linden &c. nach Griechenland) wiederholen Laubabfall nach eintretender Trockenheit und Austrieb der Blätter nach neuer Bewässerung in demselben Sommer, selbst mehrmals. Dasselbe thun dort einheimische, aber an nassen Stellen vorkommende und ins Trockene verpflanzte Bäume, z. B. Platanen. Man kann die Wachsthumsexacerbationen beliebig hervorrufen, begreiflich innerhalb gewisser Grenzen nur.

Wenn wir sehen, daß auf einer Wässerungswiese mehr Gras steht, als auf einer dem Meteorwasser allein überlassenen, so fragen wir noch, ist jenes Mehr auch ein wirkliches? Ist das Gewicht der trockenen Ernten von beiden Flächen auch ein so differentes, als es den Anschein bei der Grünernte hat? Ist dieses Mehr auch in Bezug auf Nährkraft ein solches? Bekanntlich sind diese Fragen nicht bloß entstanden, sondern durch einzelne Versuche ist sogar die Antwort dahin ausgefallen, daß dem Mehrertrag der grünen Ernte nicht ganz auch ein Mehr an Nährkraft und trockenem Stoffe entspreche.

Wenn wir finden, daß Ammoniaksalze die Entwicklung der grünen Pflanzentheile fördern, so wird zwar eine bessere Entwicklung der Organe an sich nicht zu läugnen seyn, aber ihr Gewicht zu den ohne Zugabe von Ammoniaksalz erhaltenen mag nicht in gleichem Verhältniß zur Größe stehen und wohl am wenigsten in den Organen der Fruchtbildung, auf welche, wie den Samen selbst, jene Salze nur indirekt zu wirken scheinen. Das sich Grünfärben eines mageren rothen Blattes durch Ammoniak ist begreiflich kein Beweis für die Massenzunahme desselben, wohl aber ist die ähnliche Wirkung im Felde von besserer Entwicklung im Ganzen begleitet.

Welchen Antheil an der Massenbildung haben die atmosphärischen Nährstoffe (Kohlensäure, Ammoniak, Wasserdunst), welchen die der Erde gehörigen (Mineralsubstanzen)?

Neuere Untersuchungen (John) zeigten gegenüber älteren Annahmen, daß z. B. der Stickstoffgehalt der Düngmittel nicht im geraden Verhältniß stehe mit dem relativen Stickstoffgehalt in der Ernte,

zunächst in den Samen. Stickstoffhaltigere Samen sind leichter, als an Stickstoff ärmere.

Norton fand selbst in der Haberpflanze, daß die auf ungedüngtem Lande geernteten Körner 22,01 Procent stickstoffhaltige Bestandtheile enthielten, nach Guanodüngung dagegen nur 18,24 Procent. Aehnliche Resultate erhielten mit Weizen John, Lawes und Gilbert. Letztere fanden, daß stickstoffärmere Weizen auch die theuersten am Markte waren, aber in England wird nach dem Gewichte geurtheilt. Ob sie auch die nahrhafteren sind, ward nicht versucht.

Bei Bohnen fanden Gilbert und Lawes entgegengesetzte Resultate, nicht so John bei Erbsen, und ebenso Fresenius bei Kartoffeln.

Wolff theilt folgende Angabe über Turnips mit:

Düngung.	Stickstoffgehalt in der wasserfreien Substanz.
Hofdünger	1,56 Procent.
Hofdünger und Ammoniaksalze . .	2,54 "
Ungedüngt	3,31 "
Repskuchen	2,17 "
Ammoniaksalze	2,98 "
Repskuchen und Ammoniaksalze . . .	2,53 "

Diese neueren Ergebnisse der Analyse müssen den Satz, daß der Gehalt der Pflanzen an stickstoffhaltigen oder stickstofffreien Bestandtheilen sich mit der überwiegenden Menge stickstoffhaltiger und stickstofffreier Nahrungsmittel ändere, sehr einschränken. Nicht minder ist dieß der Fall mit der der Thierernährung analogen Annahme, daß auch bei der Pflanzenernährung ein bestimmtes Verhältniß zwischen stickstofffreier und stickstoffhaltiger Substanz bestehen müsse und daß alles über dasselbe Hinausfallende Veranlassung zu Exkretionen sey, mögen sie innerhalb des Pflanzenkörpers bleiben (Gummi, Zucker, Schleim), oder außerhalb abgeschieden werden, wahre Exkremente.

Dieß erklärt auch die Erscheinung, daß bloß kohlenstoffreiche Nahrung (Moorerde) nur erst zu großer Wirkung kommt, wenn stickstoffhaltige und mineralische Nährstoffe zugesetzt werden, aber es ist offenbar die Gränze der noch wirksamen Dosis bald erreicht und ein Ueberschuß vorerst unnütz, dann sogar schädlich.

Es wäre somit auch bei den Pflanzen eine Beharrungsnahrung

und eine eigentliche Luxuskonsumtion zu ermitteln und Inanitionsversuche müssen zum Ziel führen.

Daß dieß mit der Kohlensäure ebenso der Fall ist, scheint um so weniger zu bezweifeln, als ja ohnedem von ihr genug in der Luft vorhanden ist.

Sind beide somit zunächst nur wirksam als Lösungsmittel, so gewinnt die Behauptung, daß alle Düngerlehre zuletzt nur Lehre von der Lösung der Bodenbestandtheile sey, noch größeren Halt.

Daß die Löslichkeit beim Dünger von höchstem Werthe sey, da der Zug von Interessen von dieser Art Kapital hievon abhängt, ist nicht mehr zu bezweifeln. Ein Centner Guano mit $12\frac{1}{2}$ Pfund Stickstoff wird in seiner Gesammtwirkung 75 Centnern frischem Stallmist gleichgeschätzt, und diese enthalten doch 30—36 Pfund Stickstoff, aber vorerst in einer den Pflanzen nicht acceptabeln Form.

Eine Beleuchtung hat diese Frage inzwischen durch die chemische Biographie der Haberpflanze durch Stöckhardt erhalten, wenigstens in Bezug auf die Rolle, welche der Stickstoff hiebei spielt. Er kam zu folgenden Resultaten:

Die Haberpflanze nimmt vom Anfange ihres Wachsthums bis zur Reife stetig an Gewicht zu, am stärksten zur Zeit der Blüthe, schwächer vorher und nachher. Durch stickstoffhaltige Dünger läßt sich diese Zunahme in hohem Grade vermehren, durch leicht lösliche mehr vor der Blüthe, durch schwerer lösliche zwar auch meist zur Zeit der Blüthe, aber mit längerer Andauer. In gleichem Maße wächst der Stickstoffgehalt der Pflanze selbst. Die treibende Kraft des Stickstoffes in passender Form zeigte sich von dauerndem Vortheil für die Pflanze.

Bei der ungedüngten Haberpflanze vermehrte sich der Stickstoff des Saatkorns bis zur Reife um das sechsfache, bei der gedüngten (Guano, Chilisalpeter, Knochenmehl) um das 18—24fache. Er stieg am höchsten, wenn in der Form leicht zersetzbaren Leims gegeben.

Eine kräftige Pflanze nimmt auch mehr Stickstoff aus der Atmosphäre auf, als eine schwache. Daraus folgt, daß Auswahl guten Samens und die sofortige Anwendung rasch wirkenden Düngers (Samendünger?) besonders geboten ist.

Die Aufnahme des Stickstoffes der Pflanze schreitet zwar stetig fort bis zum Tode derselben, aber nicht in gleichem Maße; sie hält

nicht Schritt mit der Massenzunahme derselben, insbesondere in der letzten Zeit gegen die Reife zu. Vor der Blüthe sind Wurzeln und Kraut, nach derselben die Samen am stickstoffreichsten. Durch stickstoffreiche Düngung wird die Pflanze in allen ihren Theilen stickstoffreicher. Jüngere Pflanzentheile sind stickstoffreicher als ältere. Kräftig gewachsene Pflanzentheile sind stickstoffreicher als magere. Unreif geerntete üppig vegetirende Pflanzen hinterlassen in den Wurzeln mehr Stickstoff, als reif geerntete. Aehnliches gilt für den Halm, der selbst in seinen obern Theilen stickstoffreicher als in den untern ist.

Im Samen sammeln sich endlich die stickstoffhaltigen Bestandtheile in reichlichster Menge, sie sind in ihrer Jugendperiode auch stickstoffreicher als zur Zeit der Reife (?) Sie erlangen durch stickstoffreiche Nahrung auch einen größeren Reichthum an Stickstoff, sie wurden durch Knochenmehldüngung um 20 Procent, durch Guano und Chilisalpeter um 37 Procent reicher an Stickstoff als die Körner der ungedüngten Pflanze. Zur Zeit der Samenreife kommen $^3/_4$ des Gesammtstickstoffes der Pflanzen auf die Fruchttheile und nur $^1/_4$ auf Halme und Wurzeln. Witterung und Boden üben ihren Einfluß auf die Stickstoffvertheilung (und Aufnahme) dahin, daß warme Witterung die Wanderung des Stickstoffes befördert, kalte (und nasse) sie verhindert. Im letztern Falle entstehen wenig nahrhafte Körner und stickstoffarmes Stroh, mehr auf naßkalten, bindigen, als lockeren leichten Boden.

Man kann diese Skizze nicht, ohne viele Gedanken sich zu machen, lesen und wir fügen, gegen den Brauch dieses Buches, einige hier bei.

Der Stickstoff, in welcher Form er auch aufgenommen sey, wandert offenbar nicht unzersetzt und ungeändert in den Pflanzen durch Millionen von Zellen und deren Wände. Er wird zur stickstoffhaltigen Substanz, zu Pflanzeneiweiß, später zu Kleber. In der Zelle findet sich dieses nur im stickstoffhaltigen Primordialschlauch, gleich, ob dieser eine Membran, oder eine membranöse Masse ohne Organisation sey. Der Primordialschlauch, der stickstoffhaltige Zellkern ist aber der Körper, von dem alle Zellenvermehrung, alles Wachsthum somit ausgeht.

Stickstoffhaltige Dünger mehren also das Wachsthum; indem

sie viele neue Zellen bilden, verbrauchen sie dazu stickstoffhaltige Lösungen, die in sie diffundiren. Sind sie damit versehen und kann den Gesetzen des Arttypus gemäß keine weitere Zellbildung in diesem Organe (Stengel, Blatt ꝛc.) erfolgen, (auch der Farbstoff des Chlorophylls ist stickstoffhaltig, daher wohl die intensivere grüne Farbe der so gedüngten Pflanzen, ohne daß indessen dieselbe mehr wie ein Zeichen wäre) wandert dann der stickstoffhaltige Nährstoff unzersetzt durch die Zellen bis an den Herd der letzten Neubildung, bis zur Blüthe oder zur Frucht? Man kann dieß nicht annehmen, da man in frischen Pflanzensäften noch keine Nitrate oder Ammoniakverbindungen, am wenigsten freies Ammoniak gefunden hat, auch in den Ausdünstungen noch nicht. Es muß also Rückbildung der stickstoffhaltigen Substanz in den Zellen stattfinden, Stoffwechsel, Metamorphose des Eiweißkörpers in Kleber, der wie jener nach Art der Pflanze reich an Modifikationen ist.

Dabei scheint Sauerstoff, Ammoniak, wie Kohlensäure der Luft als der Metamorphose mittelst der Spaltöffnungen, der zahllosen Ausscheidungswege der Pflanzen, die in die Luft münden, nunmehr am nächsten stehend, eine große Rolle zu spielen, und es könnte versucht werden, die einmal durch Samendüngung etwa erzogene Pflanze sich dann selbst zu überlassen, um Nahrung in der Luft hinreichend zu suchen.

Da auch in den jüngeren, (unreifen) Samen der Stickstoffgehalt größer als in den älteren (reifen) ist, so mußte der übrige Stickstoff hier — in was immer welcher Form — ausgeschieden werden, da er nicht weiter wandern konnte, vorausgesetzt, daß er nicht bloß relativ — im Gegenhalt zu dem Kohlenhydrat — abgenommen hatte.

Es ist Schade, daß bei einer so wichtigen Arbeit vom höchsten wissenschaftlichen Interesse nicht die Methode der Untersuchung, die 3—4 Jahre umfaßt, genauer angegeben ist, weil nur darauf hin Kritik wie Besserung möglich ist.

Erst die Erforschung der Rolle, welche unorganische Pflanzennährstoffe während der Vegetation spielen, wird eine Schlußbildung über die physiologische Wirkung des stickstoffreichen der Erde gegebenen Düngers erlauben.

Es ist übrigens unrichtig, daß die Pflanze in der letzten Wachsthumsperiode mehr von organischer Bodennahrung zehre, da ihre

Saugorgane für die atmosphärische Nahrung zu dieser Zeit vertrocknen und ihre Saugkraft verlieren. Halme und Cerealien, deren Samen noch halbweich sind, ja noch in der Milch stehen, reifen noch erträglich, wenn sie aus dem Boden gezogen werden, ja die Samen sind sogar keimfähig; deßgleichen wenn sie der Hagel knickt. Dagegen unterliegen ihre Wurzeln thatsächlich schon vier Wochen vor der Reife der Verwesung, zunächst die feinen Endfasern, die man dann auch nicht mehr aus der Erde leicht entfernen kann. Vergrößerung der Wurzelfasern läßt sich bei Cerealien leicht erzielen, (Schubart Gallentin) wie uns Versuche in Lysimetern häufig zeigten, auch Drainröhren zeigen es, aber diese Verlängerung ist ohne Nutzen für die Gesammtpflanze, sie geschieht im Interesse einer auf Kosten der Lufttheile überwiegend gewordenen Wurzelbildung.

Die Gräser als Monocotyledonen scheinen wie fast alle Glieder dieser großen Gruppe, auf horizontale Wurzelverbreitung angewiesen, ohne daß ihnen deßwegen in der Jugend auch ein größerer Tiefgang und damit reichlichere Nahrungsquellen nicht nützlich wäre. Nur aber sind die Gränzen früher da, als man neuerlich annehmen will.

Der Massenbildung förderlich seien ferner die Mineralsubstanzen, die Alkalien und alkalischen Erden. Ihnen gehöre die Mehrzahl der festen Bestandtheile des Pflanzenorganismus, also der Zellwand und den Gefäßröhren, dann den incrustirenden Stoffen. Das Gerüste der Pflanzen werde vorzugsweise von ihnen gebildet, gleichsam die Knochen derselben. Kieselerde helfe ihnen bei besonderen Familien.

Dem mag der Einwurf Eintrag thun, daß jüngere, weichere, mit wenig incrustirten Zellen versehene Pflanzentheile (junge Blätter) mehr Asche als ältere bei gleichem Trockengewichte, als ältere Pflanzentheile überhaupt zeigen. Doch aber die jüngeren mehr Alkalien, die älteren mehr Erden. Nach Wittsteins Untersuchungen ausgezeichneten Föhrenholzes rührt die Festigkeit desselben nicht vom Aschengehalt her.

100 Gramme frischer Möhren enthielten: A. im Safte 0,490 Mgr. Asche. B. in den ausgewaschenen und ausgepreßten Zellen (in Allem, was im Wasser unlöslich war) 0,188 Mgr., also circa $^2/_5$ bloß des flüssigen Inhaltes.

Man hat neuerlich angefangen, die unorganischen Substanzen

mit den organischen Körpern in den Pflanzen in der Art in Verbindung zu setzen, daß man durch Untersuchung an einzelnen Theilen eines Pflanzenorganes das Verhältniß beider zu einander wenigstens nach Massentheilen bestimmte. Dergleichen wurde sogar schon durch Abbildungen versinnlicht, wie z. B. im report des Patent office von Washington, wovon wir am Schluß ein kolorirtes Conterfei geben (siehe die kolorirte Tafel am Schlusse).

Wir versuchten dieß an der Kartoffel weiter zu verfolgen und nebenbei die uns eben zur Hand kommende Arbeit von Schulz-Fleeth zu benützen.

Der Kartoffelknollen ist ein mit Knospen, überdieß mit Zellen und Gefässen, dann mit vielen Ablagerungsstoffen (organ. Gebilden) reichlich versehener unterirdischer Stengel, der zum Studium solcher Beziehungen sehr passend scheint. Doch aber dürfte es resultatlos bleiben, den ganzen Knollen ohne Unterschied seiner anatomischen Verschiedenheit, zunächst nach dem Quantum von Salzen, je nach den Varietäten, Boden oder Düngungsverhältnissen zu studieren. Auch hat Schulz-Fleeth selbst keine Folgerungen gezogen, soweit uns dieß aus Henebergs Auszug zu erkennen möglich ist.

Wenn man eine Kartoffel etwas ankeimen läßt, dann der Längsachse nach (den Ansatzpunkt des Knollens als unteres Ende genommen) durchschneidet, so erkennt man schon mit bloßem Auge eine Verschiedenheit der Textur seines Gewebes, helleren Mittelpunkt mit helleren gegen die Peripherie verlaufenden Streifen. Letztere durchbrechen an den Knospen die Rindenschichte. Die mikroskopische Untersuchung zeigt in den helleren Streifen, welche die Rindenschichte vom Kern trennen, langgestreckte und selbst Spiralgefässe, ohne Zellen mit Stärkmehlkugeln, die sie begränzen.

Das Gefrieren der Kartoffeln bietet eine sehr gute Gelegenheit, die Epidermis ganz rein und durch Kochen nicht alterirt zu erhalten. Der Frost wird weniger ändern. Die gefrorene und aufgethaute Kartoffel läßt ihr Vegetationswasser sehr rein auspressen, die Rinde- und Markschichte (uneigentlich Mark genannt) sind mechanisch leicht zu trennen, der durch Zerreiben des Knollens und Auswaschen etwas gereinigte, durch Gefrierenlassen und Pulvern in diesem Zustande, endlich Auskochen dargestellte Zellstoff ist wohl reiner als jeder andere sogenannte „stärkmehlartige“.

Eine Probeuntersuchung ergab an einer gefrorenen und aufgethauten, dann ausgepreßten Kartoffel (sogen. Marbacher Varietät) 1) feste Substanz bei 100° C. getrocknet 12,070 Gramme, 2) Epidermis 0,540 Gr., 3) fester Rückstand aus dem Vegetationswasser 1,305 Gr., der letzte ergab nach dem Glühen noch 0,435 Gr., die Epidermis 0,035 Gr., die erstere 0,143 Gr.

Die festen organischen Theile (Stärkmehl und Zellstoff) gaben nur etwa den dritten Theil Aschenbestandtheile von jenen des Saftes. In ihnen war Eisen vergleichungsweise vorherrschend, in 2) ziemlich Kieselerde (von Schulz-Fleeth abweichend), in 3) vor allen die Alkalien, Kieselerde und die Chloride.

Eine zweite Probeuntersuchung gab von 100 Theilen gefrorener Kartoffeln:

74,742 Saft, deutlich sauer reagirend, nach der Trommer'schen Probe mehr Dextrin und darstellbaren Zucker enthaltend, als ungefrorene,[1]

0,370 Schalen,

24,888 feste Substanz (Cellulose, Stärkmehl, incrustirende Substanz).

Der Saft trübt sich schon bei 70° C. und gab von den 100 Theilen der frischen Kartoffeln 0,170 Eiweiß.

Auffallend gering war der Gehalt des Saftes an Kalk- und Talkerde.

Wir gingen endlich daran, die äußere oder Rindenschichte, bis zu den Bündeln langgestreckter Gefässe reichend, separat von der inneren zu untersuchen.

[1] Reines Stärkmehl, erweicht und dem Frost ausgesetzt, zeigt keine Dextrin- oder Zuckerbildung. Aber Stärkmehl, mit stickstoffhaltiger Substanz zugleich in den Zellen vorhanden und gefroren, zeigt beides. Am evidentesten unter anderem auch an den Eicheln. Von 21,405 Gr. Zellstoff (sehr rein präparirt) gaben 10 Gr. noch Asche: 0,300 Gr. Der Rest ward in Wasser der Zersetzung überlassen, Temp. 20—30° R. Die große Menge der in dem reinen Zellgewebe noch vorhandenen Asche deutet auf die Wichtigkeit der inkrustirenden und die Zellwände durchdringenden Mineralsubstanzen. Letztere bestanden aus: Chlor und Schwefelsäure, ganz im Verhältnisse wie im Safte. Aber 0,135 Kieselerde, 0,040 phosphorsaures Eisenoxyd, schwachen Kalkgehalt. Gehalt an Alkalien nur in sehr schwachen Mengen, so daß also das Zellgewebe der Kartoffeln sich durch ungewöhnlich starken Kieselerdegehalt auszeichnet; es enthält 45 Procent in seiner Asche.

Es ergab sich bei derselben Kartoffelvarietät (Marbacher) Folgendes:

Beide frisch, gefroren, aufgethaut, dann ausgepreßt, geben sauer reagirenden Saft, der enthält in 1000 Theilen:

	I. Aeußere oder Rindenschichte:	II. Innere Schichte:
Wasser	745,00	794,60
Feste Bestandtheile . .	255,00	205,40
In diesen waren	59,45 reiner Zellstoff	—
Im Safte dieser 1000 Theile waren:		
Gummi	1,72	1,72
Eiweiß	3,97	5,08
Der Saft enthielt:		
Asche	8,83	10,94
Darin in Procenten:		
Eisenoxyd	1,20	1,49
Kalk	3,36	1,47
Magnesia	2,06	2,08
Kali	54,38	54,53
Natron	29,99	0,92
Phosphorsäure	5,94	7,51
Chlor	5,25	3,56
Kieselsäure	0,43	0,38

Der Rest Kohlensäure und Spuren von Schwefelsäure und Kohle.

Nach Schulz-Fleeth enthielten 1000 Theile trockene Kartoffeln in der ganzen Substanz in sieben Sorten:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Kali	24,35	17,39	20,41	22,07	18,75	11,66	22,57
Chlorkalium .	7,78	5,88	5,62	2,81	1,81	0,85	4,16
Chlornatrium .	0,22	0,51	0,43	0,13	0,21	0,29	0,05
Eisenoxyd . .	0,18	0,17	0,12	0,14	0,15	0,52	0,20
Kalkerde . .	0,36	0,38	0,36	0,18	0,45	0,78	0,45
Bittererde . .	1,07	1,40	1,71	1,61	0,94	0,85	0,37
Phosphorsäure .	7,07	5,31	6,78	7,13	5,50	5,61	5,13
Schwefelsäure .	1,11	2,17	1,10	0,84	0,84	1,11	0,15
	42,14	33,21	36,53	34,91	28,65	21,67	33,08

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Uebertrag:	42,14	33,21	36,53	34,91	28,65	21,67	33,08
Kieselsäure .	0,22	0,42	0,36	0,09	0,18	0,33	0,15
Kohlensäure .	7,87	5,56	7,54	8,47	7,32	4,13	10,00
Zusammen Asche	50,23	39,19	44,43	43,47	36,15	26,13	44,23

Aus dieser einzigen Untersuchung wichtige Schlüsse zu ziehen, wäre gewagt. Erst unter Zuhülfenahme noch anderer derartiger Beobachtungen mag dergleichen erlaubt seyn.

Schulz-Fleeth fand in der jungen Roggenpflanze in

I. Mitte Mai (abgeschnitten an der Erde) in 100 Theilen Pflanzensubstanz . . 11,26 Asche.
II. In der Zeit der Blüthe 5,42 % der ganzen Pflanzensubstanz.
III. Reifes Roggenstroh (ohne Aehren u. Körner) 4,90
IV. Reife Körner m. d. Aehren 3,274
V. Reife Körner allein . 1,93

Es ist ersichtlich, wie mit jeder weiteren Bildung organischer Substanzen in der Pflanze der Aschengehalt immer mehr abnimmt.

Die innere stärkmehlärmere Schichte der Kartoffel, die wasserreichere, ist gleichfalls die reichere an Aschenbestandtheilen.

Von 1000 Theilen trockener Pflanzensubstanz war (mit Kohlensäure berechnet):

In der Asche von	I.	Phosphorsäure	15,01
" " "	II.	"	6,51
" " "	III.	"	3,34
" " "	IV.	"	8,73
" " "	V.	"	9,17

Deßgleichen waren von 1000 Theilen trockener Pflanzensubstanz in deren Asche von

I.	Kali	41,57
	Chlorkalium	9,89
II.	Kali	16,24
	Chlorkalium	3,06
III.	Kali	8,96
	Chlorkalium	1,85
IV.	Kali	6,54
	Chlorkalium	0,04

V. Kali	66,6
Chlorkalium	—

Phosphorsäure wie Kali sind in den jüngsten Pflanzentheilen in der größten Menge (letzteres besonders als Chlorkalium dominirend) vorhanden, nehmen dann allmählig mit fortschreitender organischer Neubildung ab, bis sie im Samen relativ am bedeutendsten werden. Ganz gleich verhält sich der Stickstoffgehalt. Da aber Kalkerde, Chlornatrium, Eisenoxyd, Schwefelsäure, Kieselsäure und Kohlensäure definitiv zurückbleiben, so nimmt wohl der Aschenbestandtheil ab, aber ohne daß die zurückgebliebenen für die Ausbildung der ganzen Pflanze etwas an ihrer Bedeutung verloren hätten.

Welches aber ist ihre Bedeutung für die Bildung organischer Substanz, der ersteren wie der letzten? Gleichviel, ob sie am Beginne der Entwicklung oder in der Mitte des Lebens oder an seinem Schlusse die relative Obergewalt haben? Darüber wird mehr vermuthet als bewiesen.

Die bedeutendste Masse bildet offenbar der Kohlenstoff, dessen Aufnahme seit je der Ausgangspunkt der Theorien der Entstehung des Organischen aus Unorganischem im Pflanzenkörper war. Daß die Pflanzen aus Luft oder Wasser Kohlensäure aufnehmen und an ihrer Stelle Sauerstoffgas ausscheiden, hat uns Saussure gezeigt, daß dieser Sauerstoff aber von der Kohlensäuremenge abhängt, zeigten Versuche.

Umgekehrt nehmen die Pflanzen in der Dunkelheit Sauerstoff auf und hauchen Kohlensäure aus. Es lag nahe, zu glauben, der Kohlenstoff der Kohlensäure verbinde sich mit dem Wasser zu den sogenannten indifferenten Stoffen (Kohlenhydrate, Zucker, Gummi, Stärkmehl, Celluloſe). v. Liebig meinte, es sey wahrscheinlicher, das leicht zersetzbare Wasser liefere den Sauerstoff, sein Wasserstoff aber verbinde sich mit den Bestandtheilen der Kohlensäure. Mulder hielt dafür, daß am Ende weder das Eine noch das Andere geschehe, sondern der Sauerstoff vielleicht von Zersetzung organischer Substanzen herrühre, die Kohlensäure aber in andere Verbindungen eingehe, Chlorophyll aus Amylum bilde und das Farblose durch den frei werdenden Sauerstoff in Grünes umwandle. Dem widersprechen innere ohne Licht grün gewordene Pflanzentheile, die oft früher Oel enthalten, und später erst Stärkmehl bilden (Samen der Cruciaten!).

Draper schreibt dagegen dem Chlorophyll die Wirkung eines Ferments bei der Kohlensäurezersetzung zu, indem es selbst zersetzt werde und Stickgas frei werde.

Nach Saussure und Davy treten Kohlensäure und Wasser zuerst zu Gummi oder Zucker zusammen (Dextrin der Neueren).

Nach Liebig bilden sich nicht sogleich neutrale Verbindungen, sondern (durch Ausscheidung von Sauerstoff) Umwandlung der Kohlensäure (CO^2) in Kleesäure (C^2O^3), deren Hydrat sich durch Ausscheidung von weiteren Mengen von Sauerstoffgas in Weinsäure, dann in Apfelsäure, Citronensäure rc. umwandeln kann. Von diesen Säuren kann man annehmen, daß sie sich durch Aufnahme von Wasserstoff in Zucker, Amylum rc. zu verwandeln im Stande sind. Die Kohlensäure als das unterste Glied angesehen, von der alle Stoffbildung ausgeht, nimmt Unger die Ameisensäure als das erste Produkt des pflanzlichen Stoffwechsels in folgender Versinnlichung an: $CO^2 = C^2O^4$ — davon weg C^2 bleibt Kohlenoxyd C^2O^2, dazu H, so entsteht Formyl C^2HO^2, dazu O, so entsteht Ameisensäure (wasserfrei) $C^2HO^3 = (C^2O^2H)\ O$ und (nicht wasserfrei) $C^2H^2O^4$. Aus Ameisensäure und Kohlensäure kann nun die sehr verbreitete Oxalsäure ihren Ursprung nehmen: $C^2H^4 + C^2HO^3$ geben OH Wasser, C^2O^3 Oxalsäure (Unger).

Der Annahmen sind viele möglich, wirklich beobachtet ist aber das Wenigste. Doch aber ist das Raisonnement begründet, daß die Basen der Pflanzen nicht als solche, sondern als Salze eingedrungen seyn können. In den Pflanzen bilden sie mit Pflanzensäuren und Schwefelsäure, Phosphorsäure und Chlor Verbindungen. Daß letztere drei in den Pflanzen zersetzt werden, zeigt uns kein Beweis. Die Salze gehen also als kohlensaure Alkalien vorerst wohl ein. Ihre nächste Umbildung in oxalsaure liegt ebenso nahe, als sich bei Fäulniß z. B. der Cellulose von Kartoffeln Oxalate bilden.

So viel sey aber nie vergessen, daß nicht bloß die Massenbildung überhaupt, sondern auch die Beschaffenheit der Neubildung selbst vom Klima den stärksten Einfluß erhält. In wie weit diese Einflüsse gemildert, gehemmt oder gefördert werden können, das lehrt zwar jener Theil der Landwirthschaft, der vorzugsweise eine Kunst genannt wird, die Gartenkunst, durch viele Proceduren. Sie sind aber in ihrer jetzigen Gestalt noch wenig mit der Rente der

Landwirthschaft verträglich und überdieß ist diese sogenannte physikalische Seite des Pflanzenbaues mehr als billig seit Schübler vernachlässigt worden.

Die Form der Ackerbeete im Allgemeinen, ihre bestimmte Richtung, z. B. der Bifänge von Nord nach Süd oder umgekehrt, das Aufwerfen hoher Wände der Ackerbeete, um einen günstigeren Einfallswinkel der Sonnenstrahlen zu erhalten, die Drainage zur Minderung der Kälte des Bodens oder zur Erleichterung der Erwärmung die Zufuhr leicht gährenden voluminösen Stallmistes für schwere Böden, um deren Erwärmung und Lockerung zu fördern, Bepflanzung öder trockener Flächen mit Bäumen und Hecken (Windschirme), der größte Theil der Bodenbearbeitung überhaupt und Anderes fallen schon jetzt hieher.

Den höchsten Ausdruck der Einseitigkeit durch Ausbildung der exclusiven Stickstofftheorie scheinen uns die zur Polemik gerufenen Lawes und Dr. Gilbert zu liefern, wenn sie behaupten: „daß mit einem Worte unter den bestehenden Verhältnissen der brittischen Landwirthschaft eine volle Ernte von verkäuflichen Körnern der Cerealien, sowie zugleich von anderen Marktprodukten, nur durch die Vermehrung (sey es durch Dünger, Brache oder Fruchtwechsel) des assimilirbaren Stickstoffes (eines normalen atmosphärischen Bestandtheiles) in dem Boden selbst erzielt werden könne."

Ohne noch ins Einzelne der Behauptung einzugehen, genügt zu bemerken (wie dieß auch die Vertheidiger fühlten, da sie „brittisch" zusetzten), daß in den weitaus überwiegend größeren Kulturflächen der Erde weder mit stickstoffhaltigen noch überhaupt mit Dünger producirt wird und zwar mittelst Cerealien und regelmäßig, fast immer ohne Brache und selten mit Fruchtwechsel, daß aber auch ohne irgend einen wesentlichen Bestandtheil der Pflanze diese nicht leben kann und sie bei Besitz aller nöthigen durch reichliche Zugabe des Einen fehlenden, seyen es Mineralbestandtheile oder atmosphärische, zum landwirthschaftlich höchsten Ertrag, also mittelst Düngung im Ueberschuß, gebracht werden kann.

Wenn der Stickstoff selbst in den reifen Pflanzen nicht im relativen Verhältniß zu dem während der Vegetationsperiode gereichten Stickstoff (begreiflich immer in assimilirbarer Form gegeben) steht, so wird er als solcher nicht direct assimilirt, wäre also gar nicht Nährstoff,

sondern er fördert nur die Assimilation, die Stoffmetamorphose, wie dieß offenbar überschüssige Kohlensäure und Wasser auch thun. Darum sind immer jene Pflanzentheile am reichsten daran, in welchen diese Stoffbildung am thätigsten ist, in den nur kurze Zeit vegetirenden Thallophyten, in den jüngsten Wurzeltheilen, in den jungen Blattbildungen und den neuen Zellbildungen überhaupt. Die stickstoffreichen Dünger sind am besten geeignet, die Stoffmetamorphose zu beschleunigen, sie wirken also am kräftigsten in unseren Breiten für alle jene Pflanzen (und das sind Cerealien in oberster Stellung, Weizen und Mais vor Allen!), welche eine nur kärglich zugemessene Vegetationszeit bei uns haben, sie wirken viel weniger bei den darin wohl versorgten Pflanzen, falls die Kultur nicht abnorme Ansprüche macht, wie z. B. den Kleepflanzen, aber sie wirken bei Allen, weil sie die Stoffumbildung eben fördern, also reichlich Pflanzenmasse bilden helfen, wo sie sich immer finden möge, doch mehr in den Appendikularorganen, als in den Samen, so sehr auch das Gegentheil dafür zu sprechen scheint. Also ist der Stickstoff nicht derjenige Nährstoff, durch dessen Zufuhr allein, auch selbst in unseren Breiten, eine volle Ernte erzielt wird.

Daß die Cerealien weniger Stickstoff in die Wirthschaft (auch vom Verkauf der Körner abgesehen) zurückliefern, als zu ihrer Mehrerzeugung verwendet wurde, liegt nicht in ihrer Natur selbst, sonst müßten sie natürliche Stickstoffverschwender seyn, was im Naturhaushalte unmöglich ist, sondern in der mangelhaften Darreichung dieses Nährstoffes durch unsere Düngungsweise und in den klimatischen Verhältnissen. In der Heimath des Weizens bereichert er die Wirthschaft an Stickstoff, den er durch die Atmosphäre erhielt, da ihm nur selten eine andere Quelle offen steht. Er kann das in nicht gedüngte Brache gebaut selbst bei uns, wenn diese Gewinnungsart auch völlig unwirthschaftlich ist. Er muß dieß sogar nach der Erklärung, daß die Brache nur wirke durch Bereicherung des Bodens an assimilirbaren Stickstoff, der entweder schon im Boden in anderer Verbindung vorhanden war, oder von demselben zur Zeit der Brache aus der Atmosphäre gebunden war. So lange diese Stickstoffmehrung nicht genauer und besser bewiesen und gemessen ist, als bisher, würde es sehr voreilig seyn, darauf hin Schlüsse zu bauen, für die Praxis geradezu gefährlich.

Die schwierigste Frage liegt in der Beziehung der Aschenbe-

standtheile zu den organischen Bildungen in den Pflanzen. Während die ersten Forscher die Beziehungen zwischen Phosphorsäure und stickstoffhaltiger organischer Substanz, zwischen Alkalien und Kohlenhydraten als ein zuverläßiges Verhältniß normiren, folgert Schleiden aus Zusammenstellungen zahlreicher Aschenanalysen das Gegentheil und jedenfalls dürfte er darin Recht haben, daß jene Analysen noch lange nicht etwas Entscheidendes festzustellen erlauben.

Nach einigen Versuchen Petzholdts mehrt Ammoniakdüngung in Luft und Boden den Stickstoffgehalt der Pflanzen, so daß in

1000 Theilen in gewöhnlicher Atmosphäre gewachsenen				
	Strohes	10	Theile	Stickstoff
„ „	bei Ammoniakbodendüngung	16	„	„
„ „	bei Ammoniakluftdüngung	25	„	„
1000 Theilen	Körner, bei gewöhnlicher Atmosphäre gewachsen	26	„	„
„ „	bei Ammoniakbodendüngung	31	„	„
„ „	bei Ammoniakluftdüngung	41	„	„

sich fanden.

Indeß sind die Versuche mangelhaft angestellt und der Schluß von 4—6 Körnern in Töpfen hinter Fenstern auf Ernten im Freien gefährlich!

Nach Hermbstädt (?), Boussingault, Burnet und Stöckhardt steigt der Stickstoffgehalt der Körner (in Procenten derselben), wenn stickstoffhaltiger Dünger zugeführt wird, nach E. John, Lawes (Gilbert), Polstorff und Norton fällt er. Begreiflich aber nicht in der absoluten Erntemasse, die durch Stickstoffdüngung vermehrt wird.

Der Ertrag eines Feldes steht auch überhaupt nicht im geraden Verhältniß mit der Düngung, die man ihm gibt, wie Boussingault bewies. Denn einmal ist der Ertrag des Feldes an Trockensubstanz für mehrere Jahre in der Regel größer, als der des angewandten Düngers, dann aber gibt es eine Grenze, über welche hinaus der Dünger eher nachtheilig, dann geradezu schädlich wirkt.

C. Ihre Abnahme.

§. 110.

Das Alter.

Wenige Kulturpflanzen erreichen ein hohes Alter; es liegt nicht im Interesse des Anbauenden, dieses erreichen zu lassen.

Alte Dattelpalmen 2—300 Jahre alt, Weinstöcke, an den immergrünen Eichen Südeuropas aufrankend, wohl über 500 Jahre alt, werden gefunden, freilich verwildert. Oelbäume und Sykomoren wohl noch älter. Verwilderte Hopfenstöcke an Zäunen und Hecken reichen weit über Menschengedenken oft und einzelne Luzernekleebüsche aus früherer Ansaat finden sich auf Weide- und Wiesenflächen bereits über 40 Jahre alt.

Aber Waldbäume tragen vor allen die Ehre des höchsten Alters davon und selbst die sehr gemäßigten botanischen Schätzleute sprechen von 4000 Jahre (andere sagen 8000!) alten Affenbrodbäumen in Mittelafrika. Linden von 800 Jahren und 82 Fuß Umfang, gleichalterige Eichen mit einem Stammumfang von 19 Fuß werden da und dort gefunden (Polen, Litthauen, Schlesien). Man schätzt Eibenbäume in England auf 1400 und einen auf 2096 Jahre. Die berühmte Riesencypresse in Merico hat 124 spanische Fuß im Umfange und der noch jetzt lebende Drachenbaum von Orotava soll älter als die ägyptischen Pyramiden seyn.

Am längsten in vorderasiatisch-europäischer Kultur befindet sich wohl außer den älteren fruchttragenden Bäumen: Gerste, Spelz und Weizen, denen Hanf und Lein, dann Erbsen, Linsen, Bohnen; Kichern, Lupinen folgten. Zunächst kamen mit den germanischen und scythischen Völkern: Haber und Roggen, dann die Luzerne, die Rüben- und Kohlarten. Diesen folgten Buchweizen und Oelpflanzen, mit Ausnahme des älteren Sesam, dann Hopfen und die abendländischen Futterpflanzen: Rothklee und Esparsette. Fast gleichzeitig Grundbirn (Topinambour), Kartoffeln, Taback, Mais, letzter in Ostasien älter.

Längst verschwunden aus der Kultur derselben Regionen sind: die heilige Bohne der ältesten Ganges- und Nilanwohner (der ächte Lotos der Urvölker, der für sie die Bedeutung des Weizens hatte), das Kolokasion und der Papyrus, die strauchartige Luzerne (Medicago arborea — *κύτισος* Vet.) und manche fruchttragende Bäume.

Wenn die Pflanze sich dem Ende ihrer Lebensdauer nähert, was häufig zugleich mit der Fruchtreife stattfindet, vermindert sich der Zufluß der Nahrungssäfte; die Zellen, mit unlöslichen Stoffen der Anlagerung erfüllt, wirken nur schwach oder gar nicht mehr auf die Diffusion oder die Endosmose, Blätter, Aeste sterben ab, es

entwickeln sich immer weniger Knospen, weniger Holzlagen, schmarotzende Pflanzen, ächte und unächte, nehmen überhand und bedecken namentlich die Rinde (Moose, Flechten, selbst Pilze!) und endlich geht die Zersetzung des Zellstoffes und des Zellinhaltes vor sich, der Baum wird kernfaul, dann stirbt er von der Spitze her ab, er wird gipfeldürr.

Die vermodernde Pflanze liefert wie alle verwesenden, modernden und faulenden organischen Stoffe Kohlenwasserstoff, Kohlensäure, Wasserdunst, Ammoniak- und andere Stickstoffverbindungen und Salze — alles was zur Bildung neuer Pflanzentheile nothwendig ist. Die Keimzellen sind von der gestorbenen Mutter geliefert worden, also kann die junge Pflanze leicht leben, wenn Luft, Licht, Wärme und wohl auch Elektricität ihr nicht entsteht.

§. 111.

Die Krankheiten.

Eine Theorie aller Pflanzenkrankheiten zu geben, überschreitet die Aufgabe unseres Buches. Aber es kann verlangt werden, eine Ansicht über solche Erscheinungen zu geben, welche in innigster Verbindung mit der Pflanzenphysiologie zugleich stehen.

Wenn die Organe der Pflanzen, Zellen und Gefässe, durch mechanische Einwirkungen, künstlich zumal, verletzt werden und demgemäß die Pflanzen selbst erkranken, so ist darüber nichts weiter zu sagen. Schon schwierig wird die Erklärung solcher Verletzungen, die ohne solche äußere mechanische Einwirkungen vorkommen, Berstung mit Saft-, Gummi- und Harzfluß, nicht selten mit den Erscheinungen der Gährung verbunden. Am schwierigsten endlich, wenn Zellen und Gefässe anscheinend unverletzt bleiben und erst durch Schmarotzerbildungen auf ihnen mit nachfolgender Krankheit verletzt werden. Dann treten die häufigsten aller Pflanzenkrankheiten, die Exantheme Ung. oder die parasitischen Pilzbildungen auf, bei welchen es immer sehr schwer ist, zu entscheiden, ob sie Folge der Erkrankung oder ihre Ursache selbst sind. Endlich befaßt sich eine letzte Klasse noch mit den Schwindsuchten der Pflanzen ohne Parasiten.

Bei dieser Eintheilung sind alle Mißbildungen im engeren Sinne, als den Landwirth nur entfernt berührend, unbeachtet geblieben. Deßgleichen blieb unberücksichtigt die Eintheilung der

Pflanzenkrankheiten nach den Hauptheilen einer Pflanze (Wurzel, Blätter, Blüthe, Frucht rc.) und jene nach den Organen der Ernährung, der Respiration und der Fortpflanzung, da ja am Ende die Zelle und wieder die Zelle, auch zum Gefäß metamorphosirt, ohne uns erheblich anatomische Unterschiede zu zeigen, der Gegenstand jeglicher krankhaften Veränderung bleibt.

Unsere Eintheilung verweist in die I. Klasse alle sogenannten äußeren (vulgo chirurgischen) Krankheiten, in die II. Klasse: den Saftfluß (Gummifluß) bei dem Steinobste, Krebs oder nasser Brand der Bäume, der Wurzeln und Knollen, Wassersucht, Schlagfluß.

In die III. und größte Klasse: die Kartoffelfäule mit den Pilzen (Botrytis infestans, Fusisporium Solani Mart.), die Wurzelfäule der Rüben (Helminthosporium rhizoctonon Rabenh.), den Wurzeltödter (Rhizoctonia crocorum, medicaginis), den Rußthau (Cladosporium, Fumago), den Schimmel (Botrytis, Mucor, Lanosa, Oidium Tuckeri), den Brand und Rost (Uredo, Uromyces, Puccinia Phragmidium),[1] die Filzkrankheit (Erineum), den Mehlthau (Albigo), den Honigthau (Mellago), das Mutterkorn (Clavus secalis?), die Taschen (Spermoedia clavus Fries).

Die IV. Klasse der Krankheiten umfaßt sämmtliche Phthysen, Abnahme der Kräfte und dahin Gehöriges, wie Bleichsucht, Gelbsucht, Versteinern, Verholzen, Schwinden, frühzeitiger Laubabfall und Faulen der Früchte, Entkräftung, Scheintod, Unfruchtbarkeit, Vergilben, Brandflecke rc.

Von der I. Klasse abgesehen, scheint allen übrigen ein und dieselbe, freilich sehr entfernte Ursache zu Grunde zu liegen, gestörtes Verhältniß der Diffusion, theils in den Lösungen selbst, theils in der Zellhaut begründet. Ob dieß nun weiter verursacht sey durch ein Mißverhältniß der Mineralsubstanzen der Lösung, oder

[1] De Bary theilt die Brandpilze in Aecidiacei, Uredinei, Phragmidiacei, Cystopus, Protomyces, Ustilaginei ein und viele oben genannte Krankheiten würden in diese Abtheilung fallen. Der Flugbrand der Cerealien (Staubbrand, Ruß) wird von Tulasne als Ustilago carbo, der Mais als Ustilago maydis, der Hirse als Ustilago destruens, der Stein=, Stink= oder Schmierbrand des Weizens als Tilletia caries, der seltene Roggenbrand als Polycystis occulta Schlecht., der Rost der Cerealien als Trichobasis rubigo vera D. C., der schwarze Rost als Puccinia graminis P., der Klappenrost als Uredo glumarum, der Rost der Hülsenfrüchte als Trichobasis leguminosarum bezeichnet.

durch Extreme der Wärme und Kälte, der Feuchtigkeit, der Luftmischung oder der Elektricität, oder endlich durch primitiven Eingriff störender Parasiten (der Pilze!), das ist zu erforschen.

Es steht aber mit allen Erfahrungen im Einklang, daß es der stickstoffhaltige Zellinhalt, der Primordialschlauch oder die Primordialschichte vor allem ist, der die erste Veränderung erleidet und dann weiter verderbend wirkt.

Sollte nun zwischen dieser Erscheinung und den zahllosen Pilzbildungen auf den Kulturpflanzen, den ernsteren Krankheiten derselben überhaupt nicht eine gewisse Beziehung stattfinden? Zwischen dem stickstoffhaltigen Zellkern und den stickstoffreichen Pilzsporen und Pilzkeimen, den Oidiumgliedern und Brandkugeln des zerfallenen Zellgewebes der Weinbeeren und Aehrenspelzen?

Die Zellen des Blüthenstaubes, also die Pollenkügelchen selbst, wenn in günstige Verhältnisse gebracht, keimen, entwickeln sich zu pilzfadenähnlichen Gebilden. Die Luft enthält viele Keimzellen niederer Pflanzenformen, Sporen, die keimend als Pflanzenarten beschrieben wurden, während sie doch nur in der Umwandlung begriffene Bildungen oder bloß Mißbildungen der Geschlechtssphäre sind. Die einzelne Blattzelle kann zur Knospenbildung gebracht, somit zur Fortpflanzungszelle gemacht werden; wie sehr jede Zelle überhaupt verändert, gleichsam gezähmt werden kann, sehen wir an der Umänderung des wilden Holzapfelbaumes in den so schmackhafte Früchte tragenden edlen Blutsverwandten unserer Gärten. Ob jede ohne Befruchtung knospende Zelle aber wieder dieselbe Art hervorbringen muß, wäre unter allerlei Einwirkungen erst weiter zu untersuchen, der alten Angaben, der Ansteckungsfähigkeit einer Pflanze durch die Parasiten einer andern Art gar nicht zu gedenken. Der nicht befruchtete Proembryo der Farn entwickelt auch ein zelliges Gebilde, aber unähnlich der Mutterpflanze.

In der Annahme, daß aus dem Zellkern verwesender Pflanzenzellen sich Faden- oder Brandpilze, die verheerende Lanosa oder Botrytis infestans wie aus ihren Sporen entwickeln, sich dann regelmäßig fortpflanzend, liegt noch nichts die Urzeugung allzu nahe Streifendes und Bedenkliches. Solche durch den Typus der Mutterpflanze nicht gebundene Zellen, der niedersten Klasse der Vermehrung — der Brut angehörend — könnte man f r e i e Z e l l e n nennen und

in ihrer zeitweisen maßlosen Vermehrung die Ursache der neuerlich so verheerend auftretenden Schmarotzerbildungen sehen, die viele unserer Kulturpflanzen zum Verschwinden zu bringen drohen.

Die neuere Betrachtung der Entophyten hat offenbar von der Erforschung des Verhaltens der Entozoen wenigstens Muth, wenn auch nicht Behelfe durch die Analogie erhalten. Die Bedeutung der Paraphysen, als den Archegonien der Farn 2c. sehr ähnliche Gebilde, hat nicht minder befestigend gewirkt und ist daher der Satz aufgestellt worden, daß die Brandpilze parasitische Gewächse sind, welche aus Sporen entstehen, deren Keime in das Gewebe anderer Pflanzen eindringen, und zwar wahrscheinlich durch die Spaltöffnungen als den leichtesten Eingang, welche alsdann im Innern der Nährpflanze sich weiter entwickeln, ihre Reproduktionszellen (Sporen) in verschiedener Weise bilden und mit Vollendung dieser schließlich die Epidermis durchbrechen; in selteneren Fällen entwickeln sie sich nicht in, sondern auf der Nährpflanze (De Bary). Fig. 32 und 33 zeigen dieß Verhalten.

Fig. 32.



Epitea ruborum (n. de Bary). a Blattparenchym, p Paraphysen, s Sporen.

Fig 33.



Uredo suaveolens. r Rindengewebe des Stengels, e Epidermisrest, m mycelium, st sterigmata mit Spermatien, p Paraphysen

Trotz der herrschenden Ansicht nun, die begreiflich die alte Procedur der Landwirthe durch Aetzmittel (Kalk, Kupfervitriol 2c.) die Samen (Sporen) der Brandpilze zu zerstören, für vollständig gut hält und nur beifügt, das man schon die Entwicklung der Sporen selbst durch

frühzeitige Vernichtung der Mutterpflanze hindern möge, trotz dieser Ansicht bleiben uns doch noch viele Bedenken ungelöst.

Zwar ist es schwer, Versuche zur Ermittlung der Wahrheit, daß aus organischen Körpern — zunächst Pflanzengeweben — sich niedere Organismen ohne vorhergehende Zeugung entwickeln können, anzustellen. Eine Zerstörung etwa anhängender Keime, Sporen, Eier 2c. durch Siedhitze oder ätzende Substanzen ist unmöglich, weil dergleichen auch den Zellkern, in dem wir das Ei des neuen Organismus vermuthen, zerstören oder zur Erzeugung unfähig machen würde.

Wir stellten Versuche an.

Vorerst wurden mehrere in Aspiratoren umgewandelte Gläser mit zweimal destillirtem Wasser gefüllt, die organische Substanz eingebracht, aller Luftzutritt nur durch mit concentrirter Schwefelsäure gefüllte Kugeln möglich gemacht.

Dieß geschah am 1. Oktober (1855) und die Temperatur des Lokales ward nicht künstlich geändert.

Nach 14 Tagen zeigte sich an einem aus der Mitte eines Kartoffels geschnittenen Würfel, der sogleich in destillirtes Wasser gesetzt und luftdicht abgeschlossen ward, ein gewöhnliches Mycelium.

Ebenso an einem vorher sorgfältig gereinigten und ebenso behandelten Weinrebenblatte. An einem Eschenblatte, ebenso behandelt, zeigte sich nach acht Tagen eine grüne Färbung des Wassers ohne Protococcusbildung — wie durch Exosmose bewirkt — und die Fäden des Mycelium waren mit zahllosen braunen Sporen durchstreut.

Nachdem wir schon das Jahr vorher Versuche, bezüglich der Erzeugung des Oidium lactis in mit Weingeistlampe zum Sieden erhitzter Milch in Glaskugeln, deren mit Aspiratoren und Schwefelsäure im Kugelapparat verbundene Enden dann zugeschmolzen wurden, vergeblich gemacht und das sonst so gar leicht und allüberall entstehende Oidium nicht erzeugt hatten, so hatten diese Resultate für uns noch keine Bedeutung.

Die Gläser wurden mit destillirtem Wasser gefüllt, dieses in ihnen gekocht und sogleich in der Siedhitze nach Einbringung eines ebenso heiß gekochten Kartoffelwürfels aus dem Innern des Knollen luftdicht verschlossen. Der gekochte Kartoffelwürfel bildete niemals ein Mycelium oder Hygrocrocisfäden (die Speciesbestimmung ist für

unseren Zweck ohne besonderen Werth). Ein vom 8. December bis 8. Mai, also fünf Monate im Aspirator mit dem Kugelapparat abgeschlossen befindlicher Kartoffelwürfel zeigte sich immer noch ganz vom Mycelium umflossen, das Zellgewebe war erweicht, nichts war verfault, das Ganze geruchlos, der Würfel noch in seiner ursprünglichen Form, aber ganz mit Pilzen seit 4½ Monaten überzogen. Ein Würfel, der keine Pilze bildet, ist in 10—12 Tagen höchstens zerflossen, verfault, vom heftigsten Gestank begleitet. Durch und um das Zellgewebe des unversehrten, fünf Monate alten Würfels zogen sich zahllose feine Pilzfäden, Mycelium, wie aus den Zellen der Stärkemehlkörner entsprungen. Letztere waren völlig unversehrt, sehr schön weiß, etwas gequollen und weich.

Der Pilz, der den Würfel an der wasserfreien oberen Seite umhüllte, war eine Form der Fusisporium Solani, wie sie Martius in seiner bekannten Monographie mit noch rundlichen Sporen abbildet.

Die bekannte Peronospora (Botrytis) infestans, welche auf den braunen Flecken des kranken Kartoffelkrautes gefunden wird, ist nicht die Ursache der Krankheit, sie läßt sich damit nicht einimpfen. Die Flecken entstehen vor dem Pilze, unter der Oberhaut und ohne Verbindung unter einander (Schacht).

Es ist indessen falsch, wie Schacht meint, daß eine in der Entwicklung schon weit vorgeschrittene Kartoffelpflanze schwerer von der Krankheit befallen werde. Nach zahlreichen, von uns angestellten Versuchen unterliegen sie alle in einer gewissen Zeit, dermalen im Herbste, aber etwas früher oder später, je nach dem Grade der mittleren Temperatur des Bodens; kalte Tage im Sommer, später Sommer kann den Eintritt der Krankheit retardiren oder Wärme ihn beschleunigen, am meisten aber Witterungswechsel, die Extreme der Witterung, wie wir schon vor zwölf Jahren auf der Versammlung der deutschen Land- und Forstwirthe zu Gratz zuerst aussprachen. Ein gewisses Vegetationsstadium begünstigt übrigens allerdings den Ausbruch, aber gerade die Annäherung zur Reife mehr, als die Entfernung davon.

Auch ist erfahrungsgemäß unrichtig, daß die Knollen nach abgeschnittenem Kraute sich gar nicht mehr vergrößerten. Es ist dieß allerdings, obwohl gering, der Fall und das frühe Krautabschneiden unbedingt zu verwerfen. Die Krankheit der Knolle tritt übrigens

gleichzeitig mit jener der Blätter auf, wie die einfachsten Untersuchungen zeigen. Aber die Krankheit wandert allerdings vom Kraut nicht zur Knolle. Sie ist wesentlich eine Krankheit des Zellgewebes der Knollen, ob primär von der Zersetzung der stickstoffhaltigen Substanz jeder Zelle herrührend, oder auf diese übertragen, ist nicht ermittelt. Deßgleichen, welchen Antheil Mineralsubstanzen, Ernährungsart überhaupt oder klimatische und Kultureinflüsse haben. Jedenfalls wird das Stärkmehl nur sehr secundär ergriffen und die Verdickung der Zellwände (Bildung von Korksubstanz auf Kosten von Stärkmehl nach Schacht) schützt sogar bei der Trockenfäule von selbst vor weiterer Zerstörung desselben. Aus trocken= wie naßfaulen Kartoffeln entwickeln sich gesunde Keime, falls nur die nächste Umgebung der Augen noch unverletzt war.

Man wird gegen diese Versuche einwenden, daß beim Einbringen des Kartoffelwürfels atmosphärische Luft, unfiltrit, nach Belieben und damit alle möglichen Pilzsporen zutreten konnten. Allein, auch den Inhalt der Myceliumschläuche selbst als keimfähig angenommen, es ist doch so lange absurd, diese Sporidien in so enormer Verbreitung allüberall in der Luft schwebend anzunehmen, als sie kein Mikroskop nachwies. Und letzteres ist uns noch niemals gelungen.

Bei einer Temperatur von — 4° C. ebenso gut, wie bei einer Zimmerwärme von + 15—20° C. in vorher gekochtes, dann erkaltetes destillirtes Wasser eingesetzte Kartoffelwürfel, ohne Spur von Mycelium in den Zellen, zeigten nach 14 Tagen die Hygrocrocisflocken, besser ein Mycelium, aus dem an trockenen Stellen Pilze, Fusisporium solani M., aufschossen. Temperatur des Lokales + 10—15° C.

Fig 34.



Im Winter sieht man in dem braunen Zellinhalte kranker Kartoffeln, neben unverletztem Stärkemehl, kein Mycelium oder Fusisporium.

Unsere Abbildung (Fig. 34) zeigt das so entstandene Fusisporium solani, was Fig. 35 und 36 erweitern.

Fig. 35.

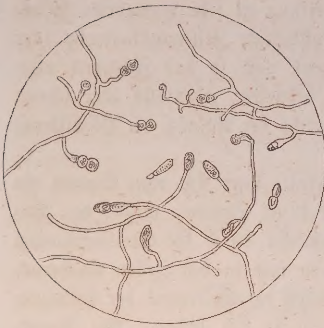
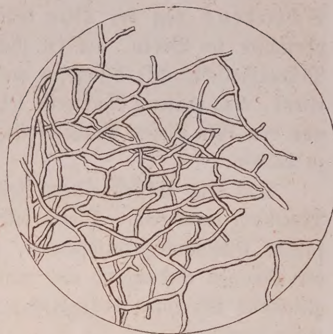


Fig. 36.



Sehr oft verfaulen die Kartoffeln einfach, dann bildet sich kein Pilz! Grouvens saure Schleimschichte bei ähnlichen Versuchen war wohl das Mycelium.

Von Trauben presse man einige Beeren und lasse den rohen Saft, ohne alle Klärung und Wasserzusatz bei einer Temperatur von 6—12° R. der Luft ausgesetzt in flachem Gefäße. Der Saft wird dicklich werden, und denselben sulzigen Ueberzug erhalten, den die Milch von Oidium lactis erhält. Es bildet sich dazwischen ein verfilztes Mycelium, ob das Oidium Tuckeri? (Fig. 37.)

Fig 37.



Die Naturforscher sind bezüglich der Pflanzenkrankheiten im Allgemeinen in zwei Lager gruppirt, die einen hängen dem Parasitismus und der Ansteckungsfähigkeit durch parasitische Pilze an, sie nehmen die ausgedehnteste Fortpflanzungsfähigkeit der Pilze durch Sporen an, die anderen, Schleiden an der Spitze, erkennen in den Pflanzen, namentlich den Kulturpflanzen, innerliche Krankheitsanlagen, die sie eben durch zahllose Vexationen der Kultur erhielten, in Folge deren entstünden Krankheiten,

und dann als weitere Folge die parasitischen Pilze. Die Ansicht Schleidens von der üblen Einwirkung zu sehr vermehrter Phosphorsäure im Boden, als die stickstoffhaltige Zellenauskleidung (der Primordialschlauch!) besonders mehrend und so das Zellleben alterirend, mag weiterer Nachweise sehr bedürfen, jedenfalls aber scheint uns von eben diesem Primordialschlauche der Anfang der Pilzbildung zu datiren.

Aus dem stickstoffhaltigen Zellinhalte kann sich ohne Samen ein Mycelium entwickeln. Dieses bildet dann Sporen, welche den Parasiten selbstständig fortpflanzen, zunächst durch die Spaltöffnungen der Pflanzen eindringend und zwischen und in den Zellen wuchernd, gleichfalls Mycelium bildend, bis dieses die Epidermis der Pflanzentheile durchbricht und die Sporenschläuche sich bilden. So Brand, Rost und alle Epiphyten überhaupt.

Die Unverhältnißmäßigkeit des Stickstoffes scheint für gewisse Kulturpflanzen verhängnißvoll werden zu können. Eine Fläche Landes, die 1000 Centner Kartoffeln ernten läßt (also 250 Centner feste Substanz gibt und darin etwa 20 Centner Asche), hat den Kartoffeln an 5—7 Centner Phosphorsäure geliefert, sie gab zugleich bei 0,5 Procent Albumingehalt 5 Centner Eiweißstoff. Wenn nun aber der letztere nicht wächst im Verhältniß zur Zufuhr von stickstoffhaltigem Dünger, wohl aber die Erntemasse, so muß ein gegen den Zustand der Bestandtheile der wildwachsenden Pflanzen abnormes Verhältniß der stickstoffhaltigen Kartoffelbestandtheile zu den Kohlenhydraten und Wasser Platz greifen. Dasselbe wird bezüglich der Phosphate darin der Fall seyn. Die Kartoffel ist aber von der Natur bestimmt zur Entwicklung einer neuen Pflanze, deren nährende Substanz vorerst aus der Ablagerung in der Knolle kommen soll. In dieser herrscht nun ein abnormes Verhältniß der Nährstoffe. Die Phosphate — sind sie nicht nothwendig zum Samentragen? — und bemerkte nicht alle Welt, daß die Kartoffeln seit ihrer Erkrankung seltener blühen und noch viel seltener Samen tragen? Hat der von uns gemachte Vorschlag des Verwildernlassens, d. h. der naturgemäßen Reduction auf ein richtiges Verhältniß der Nährstoffe ihres Keimes — nicht Sinn und Bedeutung — mindestens für eine neue Kulturperiode, nach welcher neue Ausartung, aber auch neue Auffrischung statt finden kann?

VI.

Der Pflanzenbau.

A. Die Fruchtfolge.

§. 112.

Stellung im Wirthschaftssystem.

Mehr als irgend ein Attribut der Wirthschaft charakterisirt die Fruchtfolge das Wirthschaftssystem, so sehr, daß man mit letzterem die erstere fast identificirte.

Das Wirthschaftssystem ist aber durchaus das Produkt von Faktoren, deren Würdigung der Wirthschaftslehre angehört; die Fruchtfolge ist es gleichfalls, aber schon weniger und von den Naturgesetzen entschiedener bedingt. Letztere stecken Gränzen der freien Bewegung hierin, aber die Art der Bewegung selbst wird von den Gesetzen der Wirthschaftslehre, von den Faktoren des Reinertrags beherrscht.

Den Landwirth vom Zwang der Fruchtfolgen frei machen, hat nur naturwissenschaftlich Sinn, nicht wirthschaftlich. In letzter Beziehung hängt er immerdar von den Fundamentalsätzen über Preis, Ertrag und Gewinn ab und er wird dieser Abhängigkeit nur sich am besten freuen, sie am besten benützen, wenn er sich frei innerhalb der Naturgesetze bewegen kann.

In letzter Beziehung also ist die Betrachtung der Fruchtfolgen hier am Orte, in erster aber gehört sie der Betriebslehre an. Auf die Betriebsverhältnisse allgemein wirthschaftlicher Natur (Preisbildung), gründet sich auch jenes unrecht getadelte „les circonstances font les assolemens.“ Allein auch die Wirthschaftslehre hat ihre

festen Grundsätze, die Faktoren der Preisbildung wechseln aber so sehr, daß man sie mit „Umständen“ im Sinne des „Zufälligen“ leicht bezeichnen kann.

Der naturwissenschaftlichen Lehre von der Fruchtfolge geht jene der Erschöpfung des Bodens voraus.

§. 113.

Natürliche Pflanzenfolge.

Gibt es in der Natur eine Fruchtfolge, hier Pflanzenfolge zu nennen?

Jahrtausende wohl und länger als die Geschichte es nachweisen kann, folgen sich Wald- und Wiesenpflanzen auf derselben Fläche — ob in Form von Savannen, Pampas, Prärien, Alpenmatten oder Thalwiesen — es ist gleich. Alle ihre Abfälle kommen direkt nach dem Absterben mit oder ohne Wanderung durch Thierkörper und Stoffmetamorphose dem Boden wieder zu gut, auf dem sie standen. Was sie dem Boden entzogen, kehrt zu ihm zurück, noch mehr, auch das nämlich, was sie der Luft entzogen und zwar so lange, bis es selbst in diese allmählich wieder zurückgekehrt ist (atmosphärische Pflanzennahrung).

Aber Geschichte wie Beobachtung sprechen von Entstehung von Nadelholz da, wo sonst Laubwald war (Eichen- und Fichtenwaldungen), vom Verschwinden einzelner, sonst zu Wald gesellig verbundener Waldbilder, des Taxus z. B. in ganz Europa, der Buche, der Kastanie, der Kornelle, der Ulme, des Speierlings ꝛc. in Südeuropa, in den Ländern der ältesten Bodenkultur, in Griechenland, in Kleinasien vor Allem. Man kann nicht sagen, daß da, wo wie im Süden, niemals Streurechen statt fand, die Mineralbestandtheile den Holzarten ausgegangen sind, sie wachsen auch auf dem fruchtbarsten Boden jetzt nicht mehr, dort, wo sie sonst in Masse wuchsen. Es hat also die Aenderung des physikalischen Klima, die geänderte Vertheilung von Feuchtigkeit und Wärme, die mehr extreme Weise dieser Vertheilung durch Kultureingriffe in großer Ausdehnung überhaupt hervorgerufen, diese Abnahme und Wanderung erzeugt.

Unsere Wiesenflächen sind nach wie vor größtentheils noch da wo sie sonst waren, aber daß ihre Gräser und sonstigen Constituenten je nach den Jahrgängen (Feuchtigkeit und Wärme), noch auffälliger

freilich nach der Düngung oder Bewässerung wechseln, ist allgemein bekannnt. Daß sie in südlichen Ländern ganz verschwanden und oft Steppen an die Stelle ehemaliger Marschen traten, weder wild noch kultivirt mehr fetter Lotosklee oder Geisklee dort wächst, ist von uns anderwärts gezeigt worden.

Es gibt also eine natürliche Pflanzenfolge, eine Fruchtfolge in der Natur, wie es eine Aenderung der Species gibt, aber sie sind für unsere so kurze Beobachtungszeit nur erst in einzelnen Hauptzügen zu erfassen.

§. 114.

Bedingungen derselben.

Diese Pflanzenfolge ist zunächst bedingt von den Faktoren des physikalischen Klima, von den Einflüssen der Feuchtigkeit und Wärme. Wenn in der künstlichen Pflanzenfolge, der landwirthschaftlichen Fruchtfolge, von der Erschöpfung des Bodens als vorzugsweise maßgebend ausgegangen ist, so ist das unbezweifelt gerechtfertigt, aber da die klimatischen Einflüsse von nicht geringerer Bedeutung sind und ihre Abänderung, wie die Gartenkunst zunächst erweist, weiter möglich ist, als man annimmt, so muß die Lehre hievon jener zur Seite gestellt werden. Der Lein gedeiht nicht mehr im flachen Binnenlande Deutschlands, wie ehedem, zuverlässig nicht, weil ihm etwa überall die Boden- oder Luftnahrung fehlte, sondern wegen Mangel der ehedem constanteren Luftfeuchtigkeit in seiner Vegetationsperiode, in den Zeiten, als ganz Germanien noch vorzugsweise herkynisches Waldland war. Dasselbe ist selbst schon von dem in der Kultur so jungen Klee beobachtet worden.

Auch bei uns wächst der Opium liefernde Mohn, aber er liefert bei derselben Pflanzennahrung nur fettes Oel in den Samen, aber geringe Arzneikräfte im Safte, weßwegen er gerade nur im Oriente und Asien überhaupt angebaut wird. Der Hopfen entwickelt, in Südeuropa's Niederungen angepflanzt, nur sehr wenig Lupulin, wenn er überhaupt zur Blüthe kommt, wohl aber bei einer Höhe von 3000′, wo er sich wild findet. Welch' einen Tabak reift die Sonne von Salzungen, oder welchen Wein jene von Grüneberg! Schon für sehr geringe Entfernungen ist das klimatische Verhalten maßgebend für die Güte der organischen Substanzen, Zucker, Oel,

Stärke, die wir erzeugen wollen. Sind es Nährstoffe weniger? zunächst jene des Bodens?

Wenn Reichthum an Stickstoff im Boden den procentischen Stickstoffgehalt der Pflanzentheile erhöhen könnte, so müßte dieß vorerst schon deßhalb gewiß seyn.

Runkelrüben sollen in sehr stickstoffreicher Düngung weniger Zucker, dafür mehr salpetersaure Salze bilden.

Kartoffeln werden dabei laut Erfahrung ärmer an Stärkmehl. Selbst Güte, Geruch und Geschmack vieler Gartenpflanzen, des Tabaks, des Kohles und der Kürbisse bei uns und den Melonen anderwärts im Freien wird nebst Zuckergehalt von gewissen künstlich gegebenen Nährstoffen der Pflanzen abgeleitet.

Sicher existirt ein gewisser Spielraum, innerhalb welchem auch die Nährstoffe der Pflanzen die Bildung von organischer Substanz nach Quale und Quantum abändern können. Der physiologische Charakter der Art als solcher wird die Grenzen bestimmen. Aber durch die Kultur scheint diese Grenzen zu erweitern möglich, was eben mit dem Begriff der Acclimatisation sich in Verbindung setzt und mit der Bedeutung von Boden und Klima zusammenfällt.

Das Klima macht, daß eine organische Säure durch eine unorganische (z. B. im Mohn) vertreten werden kann, noch mehr thut es dasselbe mit der Erzeugung von organischen Basen; das Klima macht in den Ländern der Heimath unserer Kulturpflanzen, am gewissesten mit den Leguminosen, es überflüssig, daß jene der Kultur des Menschen, seinen Phosphaten und Alkalien, folgen müssen, denn offenbar müssen sie eine Heimath haben! — also können die kleinen Differenzen, die man durch Kultur (Dünger, Bearbeitung) in seinen Faktoren hervorrufen kann, nicht ohne Bedeutung seyn. Wir schätzen sie so hoch, als die chemische Aenderung der immediat nährenden Bestandtheile selbst.

§. 115.

Erschöpfung des Bodens.

Der Lehre von der Erschöpfung des Bodens an allem, was die Vegetation befördert, folgt die der Bereicherung desselben. Die Beachtung beider gibt die Grundlagen der Fruchtfolgen.

1) Ein Boden wird erschöpft zunächst durch Entfernung löslicher Nährstoffe, mögen sie durch das Wasser weggeschwemmt werden, oder durch die Luft entweichen, oder durch die Pflanzen verzehrt werden. Ein mit Chilisalpeter gedüngter Acker ist nach Jahresfrist selbst ärmer als zuvor, wenn der Acker ganz frei von Vegetation war. Ein Dreifelderwirth hat nach drei Jahren sein Feld in demselben Reichthum an Nährstoffen, ob er reine Brache hielt oder nicht.

Das Alluvium am Euphrat wird unfruchtbarer ohne Vegetation, als mit derselben, eine gewisse Pflanzendecke erhält die Pflanzennährstoffe besser im Boden, als Mangel derselben. Nicht bloß die gebauten Pflanzen also erschöpfen den Boden, wie ihn auch nicht bloß die Düngung oder Pflanzendecke bereichert. Nach Blocks Versuchen war ein gedüngtes, aber nicht bebautes Feld nach drei Jahren nicht reicher an Pflanzennahrung, als andere gleiche gedüngte, aber bebaute.

2) Der Boden wird ferner erschöpft, wenn er zuviel Lösungsmittel erhält, seyen sie künstlich zugeführt (ammoniak- und kohlensäurereiche Stoffe, Salze verschiedener Art), oder bloß Wasser. Letzteres wie erstere wirken bei höheren Wärmegraden besonders energisch. Für die Kultur aber zu wenig kräftig wirkt Wasser mit Kälte, abgesehen von der dadurch hervorgerufenen Stockung alles Stoffwechsels. Reichliche Regen mit Wärme ersetzen die lösende Kraft unserer Dünger unter den tropischen und subtropischen Zonen, ja schon im wärmeren Theil der gemäßigten Zone. Reichliche Düngung mit organischen Düngestoffen, welche meßbare Quantitäten Gährungswärme dem Boden zuführen (siehe unsere Versuche oben), wirkt in den kälteren Theilen ähnlich, ein Corrigens des Klima.

Die Theorien ausschließlicher Stickstoffbevorzugung in Form von energisch wirkenden (treibenden) Düngern sind gefährlich, so lange die erhaltenen höheren Erträge nicht die später nöthig werdenden höheren Anstrengungen auch in der Zufuhr zu lösender Stoffe im Voraus decken. Es ist indessen wenig zu fürchten, daß die Fabrikation künstlicher Dünger leicht nachlassen werde, da insbesondere die Kultur der Handelsgewächse in mehr civilisirten Ländern immer mehr überhand nehmen wird.

3) Wenn der ungedüngte Boden mehr Pflanzenmasse erzeugen soll, als er von Natur schon trägt, und man setzt ihn durch

Bearbeitung in den Stand, dieß zu bewirken, indem man ihm zugleich das Erträgniß nimmt, so erschöpft er sich sehr. Wenn er gedüngt wird, so würde diese künstliche Nahrungszufuhr und seine eigenen, in ihm jährlich frei werdenden Nährstoffe den Pflanzen zur Disposition gestellt, er erschöpft sich zwar, aber je nach Beschaffenheit der zugeführten Stoffe in einem anderen (höheren oder niederen) Grade.

Der Boden trägt nur Pflanzen innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsbezirkes gebaut in einer bestimmten Zeit zu höherem, wirthschaftlich bezweckten Ertrage ohne Erschöpfung, bei einiger Kultur.

Die nie gedüngte Rebe trägt alljährlich in Kleinasien und Griechenland, ihrer Heimath, auch auf sehr wenig natürlich fruchtbarem Gehäng; unsere Wiesen bringen in feuchten Niederungen ihre einheimischen Gräser alljährlich trotz der Aberntungen zu reicher Entwicklung, unsere Wälder trotz zeitweiser Abholzung dasselbe, wenn nur nicht noch mehr genommen wird. Pisangpflanzen und Dattelhaine thun deßgleichen. Im europäischen Süden werden Cerealien (Gerste!) sogar ohne Wechsel lange fort alljährlich auf derselben Fläche bei Bearbeitung ohne Düngung mit viel Erfolg gebaut, — schon nicht der Mais oder die Baumwolle, am wenigsten Melonen! Bei uns können erst einige Jahre Bearbeitung ohne Dünger und dann erst wegen Mangels günstiger physikalisch-klimatischer Bedingungen ein spärliches Ernteresultat unserer nicht heimischen Kulturpflanzen erzwingen. Schon anders verhalten sich Rothklee und Esparsette, obgleich einer Forderung größerer Massen auch ein größeres Reichniß entsprechen muß. Und dann noch werden sie bodenkraftmehrend! Man könnte Erschöpfungszonen und Regionen analog den Zonen und Regionen der Pflanzengeographie für die Kulturpflanzen aufstellen.

So sind die Cerealien nach dem Grade ihrer größeren Forderungen an die Gunst des Klima in der kalten gemäßigten Zone Erschöpfungspflanzen, voran der Mais, die Durrah, Weizen, Gerste, Roggen, Haber, weniger die Leguminosen und Buchweizen, gar nicht Kleearten, unsere Gräser, Spergel und vielleicht selbst der Hopfen und Reps, die nur gerne als Handelspflanzen stark getrieben und daher zehrend angesehen werden.

In der warmen, gemäßigten Zone sind die Cerealien und Leguminosen nicht mehr Erschöpfungspflanzen, mit Ausnahme des Mais,

Reis und der Durrah, kaum mehr der Tabak, der schon häufig ohne Düngung gebaut wird. Weizen und Gerste, Erbsen, Bohnen, Kichern, Linsen, Lupinen herrschen vor, es verschwinden Haber und Buchweizen, Reps, Spergel, Hopfen und Kleearten, mit Ausnahme der Luzerne und Sulla. Aber Baumwolle, Reis, Mais, Zuckerrohr, Sesam, die Melonen sind hier noch bodenerschöpfend. In den subtropischen Zonen und unter den Tropen selbst verändert sich der ganze Habitus der Kultur der gemäßigten Zonen, welche die Civilisation der Erde tragen. Durrah, Reis und Mais, Bataten, Yams, Manioc, Datteln, Palmen überhaupt, Pisang, Brodfruchtbaum, Mehl, Zucker, Gummi und Kleber, Brodstoffe auf den Bäumen herrschen vor. Unsere Cerealien tragen in den Niederungen und selbst ziemlich hoch oft in zu großer Ueppigkeit keine oder schwache Samen, sie hören ganz auf, weniger die Leguminosen. Es handelt sich hier nicht mehr um absolute Bodenerschöpfung, sondern nur um relative, d. h. um Erzielung der größten Masse auf einer bestimmten Fläche, was unter allen Zonen der Erde durch künstliche Zufuhr nährender Stoffe auch für einheimische Pflanzen gefördert werden kann.

Den Regionen der Pflanzengeographie analog lassen sich auch nach der Erhebung über die Meere die Erschöpfungsregionen feststellen. Man muß erfahrungsgemäß an den nördlichen Abhängen der Alpen viel mehr Dünger aufwenden, um noch Weizen oder selbst Roggen und Gerste zu erzielen, als in der Niederung am Rhein oder Main. Dafür wächst auf den Alpenmatten die größere Abart des Wiesenklee's, die eigentliche Stammart (Abart) des kultivirten Rothklee, wie zahlreiche Wiesengräser in größter Ueppigkeit ohne alle Düngung.

An den feuchten Küsten der Nord- und Ostsee gelingt oft Weizenbau im Sandboden, mit Düngung begreiflich; auf der Geest und im Alluvialsande derselben Länder (Friesland, Oldenburg) kann man die schönsten Eichenbestände auf Sandboden finden, sogar in besonderer Kultur (Eichenkämpe), aber ohne Dünger.

4) Die Kulturpflanzen erschöpfen den Boden mehr, wenn sie weniger tief wurzeln und den Untergrund nicht als Nährquelle benützen können, — können sie aber letzteres, dann bereichern sie ihn leicht durch ihre Rückstände schon nach der Aberntung. Reif geerntet haben sie den Boden mehr erschöpft, als noch grün geerntet. Deß-

gleichen, wenn sie längere Zeit das Feld besetzt hatten. (Winterfrüchte mehr wie Sommerfrüchte!) Am meisten und schnellsten erschöpft der fortgesetzte Anbau ein und derselben Kulturpflanze. Nackter Boden wird schneller erschöpft, als ein mit Pflanzen bedeckter, wenn selbst die Pflanzen nicht dem Boden bleiben (üppiger Kleestand!), immer mehr aber, wenn sie ihm genommen werden. Die in einem Jahre frei werdenden Pflanzennährstoffe lassen sich nicht leicht für ein nächstes Jahr ohne Umwandlung in Pflanzenstoff aufbewahren. Die Grunddüngung ist eine Aufbewahrungsart von Pflanzennahrung aus Luft und Erde gesammelt, für bestimmte Verbrauchszeiten. Auch sehr üppige Ernten wirken ähnlich auf die nachkommende Frucht, unter bestimmten Bedingungen nur. Lockerer leichter Boden wird schneller erschöpft als schwerer, weil die Verwitterung, Lösung und Zersetzung rascher vor sich geht und Vieles der Vegetation ungenützt verloren geht.

Aus den im Anhang mitgetheilten Analysen ist zu ersehen, daß z. B. Leguminosen durchschnittlich fast mehr als noch einmal soviel Stickstoff und auch beträchtlich mehr Mineralstoffe dem Boden und der Luft entziehen, als die Cerealien und doch heißen diese bodenerschöpfend, jene oft bodenkrafterhaltend? Man hat diese Erscheinung auf verschiedene Weise gedeutet.

Allgemein ist man der Ansicht, daß die Leguminosen und die Kleearten insbesondere aus der Luft mehr Nährstoffe anzuziehen im Stande wären, als die Halmfrüchte. Man nahm die größeren Blattflächen und zahlreicheren Spaltöffnungen zu Hülfe.

Aber es ist nicht schwer zu beweisen, daß ein dichtbestandenes Weizenfeld in der Zeit des Schossens nicht weniger Appendicularorgane oder Blattflächen auf gleicher Bodenfläche, wie selbst ein Rothkleefeld, zeigt.

Dasselbe ist mit den Spaltöffnungen der Fall, die wir besonders zu diesem Zwecke bestimmten und oben abbilden ließen. Daraus aber folgt noch nicht, daß die Spaltöffnungen der einen mehr Ammoniak z. B. absorbiren und zu assimiliren im Stande sind als die anderen, da uns ja über die Art der Diffusion nährender Gase durch die Spaltöffnungen erweisbar Sicheres noch gar nichts bekannt ist.

Es scheinen in der That die Leguminosen nährende Gase der

Atmosphäre rascher wie andere Kulturpflanzen sich aneignen zu können und mit Hülfe der stickstoffhaltigen insbesondere auf oben von uns erklärte Weise den Stoffwechsel zu bethätigen. So denn würden sie dem Boden in ihren Abfällen etwas zurücklassen, was sie ihm nicht genommen haben, also die Pflanzennahrung desselben mehren.

Welche Wirkung sie durch größere Beschattung üben, ist nicht minder zweifelhaft. Daß dadurch nicht nährende Gase in erheblicher Menge zurückgehalten werden können, zunächst die Kohlensäure aus den Verwesungsprocessen, scheint jedem, der die Elasticität derselben und ihre Diffusionskraft bei freiwaltenden Wind und Wetter kennt, klar zu seyn. Ueberdieß beschatten Cerealien bis zum letzten Drittheil ihrer Reife (man denke an dichtstehende Mais- und Hirsesaaten, Haber und Weizenstand) den Boden auch sehr vollständig. Von Conservirung von Nährstoffen im Schatten, wie es bei geschlossenem Waldstande allerdings der Fall ist, kann wohl von 1—2 Jahre bestandenen und während dem öfter abgeernteten, also kahl gemachten Flächen kaum die Rede seyn. Das zunächst liegende möchte noch die Erhaltung eines mäßigen Feuchtigkeitgrades, die Regulirung des Verwitterungsprocesses durch diese dichte und länger dauernde Pflanzendecke seyn. Mehr noch aber die dazukommende Kraft dieser tiefwurzelnden Pflanzen, mineralische Nährstoffe eben durch die Bewurzelung aufzuschließen, die Verwitterung und Lösung direkt zu bewirken, dabei sie denn freilich das ihnen zunächst Convenirende verzehren und für ihre Nachfolger, nicht aber für andere, bodenerschöpfend wirken. Schon einfachste Beobachtung lehrt die Richtigkeit dieser Behauptung. Es gehört dazu nur eine seichte Ackerkrume mit steinigem Untergrund, wie etwa um München oder Wien mit Kalkgerölle zu finden ist. Da ziehen die Wurzeln der Kleearten förmlich Furchen durch ihre Wurzeln in die Geröllsteine, umklammern in der Krume die kleineren Stücke und filzen sich nach längerem Bestande zwischen die gröberen Bestandtheile der Krume fest. Lysimeterlösungen können den Schlußbeweis führen. [1]

[1] Die Wurzelausscheidung ist eine nothwendige Folge der Diffusion, sie kann nicht bezweifelt werden und nur ihre Bedeutung ist bis jetzt gering gehalten worden, was bezüglich der eingebildeten Schädlichkeit derselben für die Vegetation auch begründet ist. Aber für die Zersetzung organischer und unorganischer Bestandtheile

Das ist wohl der Sinn jener da und dort sogenannten Gahre, die den so vortrefflichen Zustand der Krume bezeichne, denn daß die

des Bodens, als von Nahrungsquellen, ist sie es nicht. Liebig nimmt diese Ausscheidungen als sehr häufig an.

„Natron und Kali der schwefelsauren Alkalien, welche den schwefelhaltigen Bestandtheilen der Pflanzen den Schwefel lieferten, bleiben also entweder in Verbindung mit diesen Stoffen oder sie gehen eine neue Verbindung ein, oder sie kehren in den Boden zurück." „Chlor und Kalcium werden durch die Wurzeln wieder austreten." l. c. S. 81. 82 und 94. „Der Organismus der Pflanze hat die Fähigkeit, Alles dem Boden wieder zurückzugeben, was nicht zu seinem Bestehen gehört" (S. 96). Die Versuche von Macaire-Prinsep sind bekannt. Wir selbst haben oben einige mitgetheilt.

Es wäre nun freilich bezüglich der Anwendung dieses Satzes auf die Constanz einer die Sättigungscapacität der Basen, also ihren Sauerstoffgehalt ausdrückenden Zahl für jede Pflanzenfamilie (oder Art? oder Gattung?) erst Vorbedingung, daß man diese als auf dem Wege zur Ausscheidung begriffenen Basen doch auch in den Aschen finden müsse, da sie ja erst im Inneren der Pflanzen, an den Heerden der intensiven Metamorphose, außer Dienst gesetzt werden.

Auch die Versuche mit dem Eindringen färbender Stoffe in Hyazinthen, als resultatlose Durchgänge angesehen (Biot) sind von mir . . ganz . . . . erfolglos . . . wiederholt worden.

Dennoch erklären wir die Ausscheidung der Wurzeln für sehr bedeutend, zunächst in der Jugend der Pflanzen, bei bedeutender Luxusconsumtion, in der Zeit der rascheren Diffusion bei noch leicht permeablen Zellen, bei ungehemmter Transpiration der Blätter, also in der Akme der Ernährungsthätigkeiten der Pflanzen, wie z. B. bei den Pflanzen vor der Blüthe (Kleearten).

Wenn man einen Samen in Erde keimen läßt und man spült ihn nach vollkommener Entwicklung des Würzelchens sorgfältig mit Wasser ab, so sieht man mit bloßem Auge, mit welcher Festigkeit die jungen Seitenwürzelchen an der Gränze zwischen Stengel- und Wurzelgebilde die Erdtheilchen, und seyen sie Quarz- oder Glimmersand, festhalten. Noch besser vermögen sie es bei humosen Substanzen. Man kann bekanntlich die feinsten Wurzeln Behufs chemischer Untersuchung selten mechanisch vollkommen reinigen. Sehr schön zeigt sich dieß an jungen Repspflänzchen oder auch an den Cerealien. Die an den Fibrillen der jüngsten Würzelchen hängenden Theilchen der Erde lassen sich auf keine Weise mechanisch entfernen. Man muß durchaus die Saughaare mitnehmen.

Wenn man Mais in mit destillirtem Wasser gut ausgewaschene frische Sägespäne säet und dasselbe Quantum Sägespäne ohne Mais bloß mit Wasser begießt und zwar eben so lange und an demselben Orte, wie den mit Mais besteckten Theil, so zeigt das nach 14 Tagen durch Auswaschen und Filtration erhaltene Wasser, abgedampft, in seinem Rückstande sehr viel Zucker.

Exkremente der Pflanzen können wohl organische und unorganische Stoffe

um humifizirende Pflanzentheilchen sich entwickelnde Kohlensäure den Boden auftreiben soll und lockern, wie einen Brodteig (Stöckhardt), ist uns unglaublich und kann selbst aus den großen Quantitäten Kohlensäure, die Lewy und Boussingault in gedüngten Feldern nachwiesen, nicht deduzirt werden, abgesehen davon, daß auch auf sonst fruchtbaren sehr lockeren, dem Entweichen der Kohlensäure nirgends Widerstand bietenden Boden, der Klee seine günstigen Wirkungen äußert, vorab die Esparsette, und daß die Gahre als Lockerung angesehen vom nachfolgenden Stoppelsturz und der Bearbeitung wohl weit übertroffen, auch leicht selbst vernichtet wird.

Der Boden erschöpft sich ungleich, je nach den Bestandtheilen, die ihm, auf welche Weise immer, entzogen wurden. Er erschöpft sich an organischen und unorganischen Bestandtheilen und wenn es auch gerechtfertigt ist, die Bedeutung einiger, zunächst des Stickstoffes, der Phosphorsäure und des Kali besonders hervorzuheben, so darf doch keinen Augenblick vergessen werden, daß alle Pflanzennährstoffe nothwendig sind, einer so sehr wie der andere — die Freiheit der Substitution vorausgesetzt — ebenso sehr wie bestimmte Wärme- und Feuchtigkeitsgrade. Wenn in einem Boden alle zur Pflanzennahrung nöthigen Mineralstoffe vorhanden sind, aber sie sind sämmtlich nur löslich bei 24 Zoll Regenhöhe per Jahr und einer Mitteljahrestemperatur von 7° R., es gibt aber nur 20 Zoll Regen und die Durchschnittswärme bleibt für ein Jahr unter 7°, so tritt ein Minus solcher verfügbaren Nährstoffe ein. Daß solche geringe Differenz eine Stallmistdüngung — größere aber kommen selten vor — aufheben kann, ist gewiß, abgesehen von den Nährstoffen, die sie selbst mitbringt.

Die Erschöpfung an Mineralbestandtheilen ist zu schätzen von Wichtigkeit. Da wir (siehe Beilagen) das Quantum solcher, durch irgend eine Ernte dem Boden genommen, kennen, so erübrigt nur im Gegentheil dazu die Bodenanalyse, um durch Vergleich zu finden, ob noch die nöthigen Mineralbestandtheile, vorab Phosphorsäure, Kali,

seyn. Sind es letztere, so ist ihre zersetzende Kraft auf die sie umgebenden Substanzen für sich klar. „Es ist klar, daß die Pflanzen selbst, insofern ihre Ueberreste durch Verwesung Kohlensäure erzeugen, insofern ihre Wurzeln im lebenden Zustande Säuren ausschwitzen, nicht minder kräftig dem Zusammenhange der Gebirgsarten entgegenwirken (v. Liebig).

Kalk und Talk für weitere Ernährung folgender Vegetationen vorhanden sind. Wasserauszüge, natürliche, sollten dieß zu gewähren im Stande seyn und darauf hin insbesondere ließen wir unsere Lösungsmesser konstruiren.

Allein die chemische Analyse ist noch nicht so weit fortgeschritten, um mit Gewißheit jene kleinen Theile noch angeben zu können, deren Vorhandenseyn doch schon sehr fruchtbarmachend wirkt. Und überdieß wirkt das in der Ackerkrume von 6″ Tiefe vorhandene Quantum von löslichen Mineralsubstanzen auf einem Tagewerke durchaus nicht analog seiner Menge zu jener der Ernte selbst. Welche Bedeutung endlich hat der große Wechsel der Aschenbestandtheile in den Kulturpflanzen? In ihnen wechselt z. B. die Phosphorsäure in 1000 Theilen trockener Pflanzenmasse zwischen 4—8 und die Quantitäten des Kali schwanken gar zwischen $6\frac{1}{2}$—24. Und doch nannte man Kalipflanzen (Tabak, Weinstock, Klee, Kartoffeln, Rüben) und leitet das Zurückschlagen des Klee's (Kleemüde) von Mangel löslichen Kalis und löslicher Phosphorsäure ab. Es genügt aber für landwirthschaftliche Zwecke nicht, 9 Pfund Phosphorsäure, das doppelte Kali und 5—6 Pfund Kalk und Talkerde für ein Jahr in einem Tagwerk (40,000 Cubikfuß), oder bei bloß 6″ Tiefe der Krume in 1,000,000 Pfund Boden, zu besitzen, obgleich jene Mengen nur in der Asche einer Weizenernte (Körner und Stroh) gefunden werden. Unsere Kenntnisse in der Art der Ernährung unserer Kulturpflanzen, in der Gabe der Nährstoffe nach Zweck, Zeit, Ort und klimatische Zustände, sind noch so sehr gering, daß wir immer einen sehr bedeutenden Ueberschuß noch geben müssen, wenn wir Erfolge sehen wollen. Die Luft (Schnee, Regen, Thau ꝛc.) enthält hinreichend Ammoniak, um eine Ernte damit zu versehen, fast jeder Boden enthält größere Quantitäten Kalk, Kali und selbst Phosphorsäure, als die oben für die Aschenbestandtheile einer Ernte als nothwendig bezeichneten Quantitäten, und doch gedeihen die Kulturpflanzen erst in unserem Sinne, wenn vielmehr von diesen Stoffen zugeführt wird, insbesondere in der Form organischer Düngerbestandtheile, als Stallmist, der sie in den Momenten seiner Zersetzung sogleich am passendsten den Pflanzen bietet, wie es scheint.

Man hat von Seite der Agrikulturchemie ein größeres Bedürfniß der Kulturpflanzen an Mineralbestandtheilen aus dem größeren

Quantum des Trockengewichts der Kulturpflanzen abgeleitet und für eine dreifache Ernte von Runkeln z. B. auch das dreifache Quantum von Mineralsubstanzen gerechnet. Diese Annahme ist insoferne unrichtig, als mit der Zunahme der Massenbildung oft nicht die Zunahme der Mineralsubstanzen, oft aber auch darüber steigt, also nicht in geradem Verhältniß steht, um so weniger, als die Flüssigkeiten der Pflanzen die Mehrzahl der Salze enthalten, nicht die festen organischen Bestandtheile, letztere begreiflich nicht als phytochemische Individuen angesehen.

Ehe wir uns dem Schlusse unserer Deduktionen nähern, bemerken wir noch, daß die Landwirthschaft schon lange auf eine nicht minder ingeniöse Weise, wie sie den Futterwerth bestimmte, auch die nährenden Kräfte des Bodens durch Rechnung zu fassen und sich in einer besonderen Doktrin, der Statik des Landbaues, dienstbar zu machen strebte. Die Agrikulturchemie hat ihr neuerlich in Bestimmung desjenigen Theils ihrer unbekannten Größen, der den Reichthum der Felder bezeichnete, viel Aufklärung gegeben, nur aber das, was jene als Thätigkeit des Bodens bezeichnen wollte, gehört noch in das Gebiet des wenig Erforschten. Es wird vielleicht als Agrikulturphysik, was es jedoch nicht umfassend genug bezeichnet, die nächste Zukunft der landwirthschaftlichen wissenschaftlichen Strebungen bilden.

§. 116.

Freiheit der Fruchtfolge.

Folgt nun aus dem, was bis jetzt gegeben ist, die Freiheit der Fruchtfolgen, die beliebige Benützung derselben für die Wirthschaft, die Befreiung von Zwang innerhalb derselben? Bereits herrscht diese Freiheit, begreiflich innerhalb der Gesetze (der Naturwissenschaft des Ackerbaues), wie alle Freiheit. Wir haben schon erwähnt, wie wildwachsende Bäume und Gräser selbst bei uns trotz zeitweiser Aberntung sich ohne Rückschlag folgen, wie im Süden und den Tropen sich Weizen und Gerste, Baumwolle und Mais alljährlich folgen, von nur sehr geringen, oft ganz fehlenden Gaben der Kultur unterstützt; wir sehen auch bei uns in den Feldgärtnereien schon lediglich mit gewöhnlichem Stallmist erzwecken, daß sich, oft seit tausend Jahren (Erfurt, Bamberg, Frankfurt rc.) immer dieselben Pflanzen alljährig folgen. Dasselbe

erzielt der Weinbauer, der Hopfenbauer; in Steiermark und Tyrol folgt bei Stallmistdüngung Mais auf Mais, selbst mit Bohnen und Hackfrüchten dazwischen.

Jene Mystik in der Fruchtfolge, welche selbst bei allen sonstigen Hülfsmitteln der Kultur (Düngung und Bearbeitung) ein mehrjähriges Folgen derselben Kulturpflanze auf derselbeu Fläche für unmöglich erklärte, ist vor solchen Thatsachen bereits verschwunden. Sie ließen sich noch viel weiter ausdehnen.

Aber es ist doch auch in der gemäßigten Zone noch eine weit größere Freiheit hierin wünschenswerth, als man schon besitzt, eben jene des Gartenbaues, der größten Stufe der Agrikultur, ausgedehnt auf alle Feldflächen.

Diese wird möglich seyn, wenn man nicht bloß im gewöhnlichen Stallmist unter Berücksichtigung des oben erwähnten Superfluum die nöthigen Stickstoff- und Kohlensäurequellen, die Quellen für vermehrte Feuchtigkeit und Wärme, die Lösungsmittel vieler Mineralsubstanzen, sondern auch diese selbst gibt, da, wo sie fehlen oder unzureichend sind. Würde nicht die Gunst oder Ungunst des Klima den Kreis unserer Kulturpflanzen überhaupt mehr beschränken, dann der aus seiner Unsicherheit (Witterung, Hagel, Dürre ꝛc.) hervorgehende, wie aus den wirthschaftlichen Anforderungen und dem Principe der Ausgleichung aller Bodenprodukte auf größeren Räumen gegründete Wechsel seine Rechte geltend machen, so könnte schon jetzt, nach der Erkenntniß der Hauptforderungen einer gedeihlichen Vegetation, ein sehr hoher Grad der Freiheit in den Fruchtfolgen stattfinden.

§. 117.

Landwirthschaftliche Erfahrungen für die Fruchtfolge.

Inzwischen hat aber die landwirthschaftliche Praxis auf gleichsam indirekte Weise große Erfolge aus den ihrer Erfahrung entnommenen Gesetzen für Fruchtfolge überhaupt gewonnen. Anstatt direkt jene Stoffe dem Felde zuzufügen, welche dieser oder jener Frucht die wirthschaftliche Folge verbürgen, hat sie dieselben bloß zu ersparen oder anzusammeln gesucht, während sie die anderen benützte; sie hat auf die Erfahrung von bodenkraftzehrenden, bodenkraftschonenden und bodenkraftmehrenden Pflanzen hin ihren

Fruchtwechsel gegründet, den sie in allen Wirthschaften zwar, aber bald mehr bald weniger benützt hat, bis sie endlich denselben am Vollkommensten in der Wechselwirthschaft selbst ausbildete.

In der Zeit des Bodenüberflusses kannte die Ackerbaubevölkerung wohl die Vortheile des Wechsels mit den Früchten noch nicht, weder bei uns, von denen es hieß: „quotannis arva mutant, et superest ager,“ noch bei Griechen und Römern, die ihre eroberten Landstrecken, ihre Chersonese und dergleichen nicht besser bebauten. Man wechselte das Land, aber nicht die Früchte, man hatte im Süden ohnedem vorzüglich nur zwei Halmfrüchte, Weizen und Gerste, und beide als Winterfrüchte. Das Bedürfniß nach mehreren, der Bau von Handels- und Futterpflanzen, die zunehmende Dichtigkeit der Bevölkerung, das Steigen der Bodenrente und der Kultur überhaupt brachten auch schon Griechen und Römer später zum Fruchtwechsel und zur Erkenntniß seiner Vortheile.

Auch den germanisch-celtischen Stämmen folgte nach der ältesten Form der Eggarten- und Koppelwirthschaften, des Hackwälder- und Moorbrandbetriebs die kürzere Wiederkehr der Brachzeit und der Wechsel mit den Früchten, des Winter- und Sommergetreides in der Dreifelderwirthschaft. Nach Hebung des Flurzwanges und mit der allmähligen Befreiung des Grundkapitales von fesselnden Bestimmungen zog auch bei uns der Anbau von Handelsgewächsen und Futterpflanzen ein, damit die weitere Erkenntniß der Vortheile des Wechsels mit ihnen, die schon Jahrhunderte vorher von den städtischen, mehr intensiven Landwirthschaften in Deutschland und in Belgien, wie in England selbst erkannt waren.

Die älteste Erklärung aus der Periode der rationellen Landwirthschaft war jene, daß jede Pflanzenart ihre besonderen Nährstoffe habe, somit nur an diesen den Boden erschöpfe, für nachfolgende andere Pflanzenarten aber die diesen zuständigen Nährstoffe übrig ließe. Dazu kam zeitig die Lehre von der Erhaltung und Mehrung der Bodenkraft überhaupt durch gewisse Pflanzen.

Die Lehre mehrerer angesehener Botaniker, daß die Pflanzen gewisse Stoffe an den Wurzeln aussonderten, welche ihnen selbst, wenn sie in denselben Boden wieder kämen, also sich folgten, zuwider wären, schädlich wirkten, also indirect erschöpften, diese Lehre konnte nur eine schwache Episode bilden, sie arbeitete sich in der

Landwirthschaft nie zu allgemeiner Geltung durch, so richtig sie in gewissem Maße ist. Nach dem Grundsatze aller Diffusion, nach den Gesetzen der Endosmose, die nie ohne Exosmose ist, muß eine Ausscheidung an Pflanzenzellen da angenommen werden, wo eine Aufnahme flüssiger oder selbst gasförmiger Stoffe stattfindet. Daß sie im Innern der Pflanze vor sich geht und an der Oberfläche der Appendikularorgane, wird von Niemand bezweifelt, weil es allzusichtlich ist; nur an den Wurzeln, deren eigenes Wachsthum man leicht vergißt, will man die Excretion nicht zugeben, weil das Experiment es nicht so leicht deutlich macht. Wir haben indessen oben unsere derartigen Versuche schon mitgetheilt. Aber jedenfalls ist diese Ausscheidung an den Wurzeln so gering und das Produkt so rasch der Zersetzung unterworfen, daß keinerlei Folgerung für die landwirthschaftliche Praxis im Großen darauf gegründet werden kann, es müßte denn die Aufschließung mineralischer Nährstoffe in der Krume und dem Untergrunde, zunächst durch die bodenkraftmehrenden Pflanzen, damit zusammenhängen, was sehr viele Wahrscheinlichkeit für sich hat. Man vergesse dabei nicht, daß jedes Saugende eines Wurzelfäserchens zwischen den feinsten Theilen der Bodenkrume in der eigenen Atmosphäre derselben, von Wasserdunst, Kohlensaure, Ammoniak, Luft gebildet, das Wechselspiel seiner Diffusion, Einsaugung sonst genannt, treibt.

Es kommt alles darauf an, die besonderen Fähigkeiten der Kulturpflanzen, sich ihre Nahrung zu nehmen, so zu benützen, daß der Landwirthschaft die geringsten Kosten bei den größten Erträgen erwachsen. Pflanzen, welche aus der Luft nährende Gase besser zu nehmen im Stande sind, als andere, diesen braucht man sie nicht mit Unkosten im Boden zuzuführen, deßgleichen keine Mineralstoffe, wenn sie solche unter gewissen Bedingungen, ihre Anwesenheit überhaupt vorausgesetzt, selbst sich im Boden erschließen können. Erst nach dieser obersten Regel treten die den besonderen Bedarf einzelner Kulturpflanzen an Stickstoff, Phosphorsäure, Alkalien und alkalischen Erden, wie Silikaten betreffenden, ein, um so mehr, als in der Kunst besonderer Bearbeitung die Möglichkeit, sich deren hinreichend zu lösen, in der nunmehr wichtigsten Lehre der landwirthschaftlichen Pflanzenernährung, der Lehre von der Lösung oder Zubereitung der Nährstoffe, gegeben ist.

§. 118.

Reihung der Kulturpflanzen.

Als bodenbereichernde Kulturpflanzen gelten: die Kleearten; als bodenschonende: Hülsenfrüchte und vor der Fruchtbildung überhaupt geerntete Pflanzen, Buchweizen, Spergel; als bodenerschöpfende: Halmfrüchte, Wurzel- und Knollenpflanzen, Oel- und Handelspflanzen.

Dazu wird bemerkt, daß die Kleearten nur bodenbereichernd wirken, wenn sie einen schon kräftigen, kleefähigen Boden finden und dasselbe ist von den bodenschonenden zu sagen. Die Kleearten sind aber bekanntlich sehr bodenerschöpfend, wenn man sie vollkommen Samen reifen läßt und uns selbst hat Erfahrung gelehrt, daß die mehrere Jahre stehenden Kleearten, wenn man sie auch niemals Samen tragen läßt, dennoch den Boden auch in unserem Klima erschöpfen. Ein Esparsettfeld, 10—12 Jahre mit dieser, immer vor und bei der Blüthe abgeerntet, bestellt, ist nicht allein nicht reicher, als ein etwa nur 2—4jähriges, sondern selbst so arm, daß nur bei einer starken Düngung Halmfrüchte mit Erfolg gebaut werden können. Dasselbe gilt von Luzerne und selbst am nur zweijährigen Klee gegenüber dem einjährigen läßt es sich spüren.

Man sollte doch denken, der viele Jahre fort vor sich gegangene größere Stickstoffbezug aus der Atmosphäre müßte sich in der größeren, dem Acker bleibenden Wurzelmasse, der eminenten „Gahre," in seiner Wirkung auf die nachfolgenden Halmfrüchte zeigen. Allein Kleearten, wie Hülsen und selbst Halmfrüchte, sind nur im grünen Zustande, in der ersten Zeit des üppigen Rapportes der grünen Pflanzentheile mit den nährenden Gasen der Luft im Stande, mehr Bodennahrung frei und löslich zu machen und auch von der schon gelösten weniger zu verbrauchen, also auf Kosten der Luft zu leben, somit indirekt, d. h. durch Ersparung, zu bereichern; je früher aber diese Wechselbeziehung verringert oder aufgehoben wird (Cerealien), je mehr die Pflanzen zur Samenbildung brauchen, ohne es von der Luft nehmen zu können, und je mehr sich die Wurzeln im Boden entwickeln und dessen Nährstoffe gleichfalls aufzunehmen beginnen, namentlich wenn später die Horizontalwurzelbildung überhand nimmt (Kleearten), um

so geringer wird diese Art der Bereicherung und nur jene direkte Mehrung durch Rückstände bleibt übrig.

Die Zurückführung aller Bodenerschöpfung an jeglicher Art und in jeder Form auf Verlust von Stickstoff, seltener Phosphorsäure und selbst Kali, wenn erweislich noch große Massen davon oder enorme Ueberschüsse von Stickstoff im Boden vorhanden sind, die Erklärung dieser Paradoxen durch verschwenderische Stickstoffausdünstung (der Cerealien), oder durch eigenthümliche Struktur der Pflanzenmembran, die nur sehr schwierig, vielem Kali, nicht aber wenigen den Durchgang verstatte, wie ersprießlich sey (Wolff), ist vorderhand des Beweises ledig und mögen andere Erklärungsweisen noch viele mit demselben Rechte gegeben werden können.

Die dicken etwas fleischigen Wurzeln der Kleearten sind in der ersten Zeit der bevorzugten Aufnahme atmosphärischer Nahrung viel reicher an Stickstoff, als später.

Stöckhardt fand in 1000 Pfund trockener Pflanzenmasse (ganze Pflanzen mit Wurzeln):

	Wurzeln.	Stickstoff in den Wurzeln.
Klee, ganz jung	470	26,3 Pf.
" zu Anfang der Blüthe	265	5,8 "
" der Reife nahe	195	3,0 "
Sommerroggen, ganz jung	120	4,5 "
" zu Anfang der Blüthe	65	1,1 "
" zur Reifezeit	38	0,6 "
Haber, ganz jung	190	5,7 "
" zu Anfang der Blüthe	80	1,6 "
" zur Reifezeit	33	0,3 "
Sommerreps, ganz jung	110	3,5 "
" zu Anfang der Blüthe	72	1,0 "
" zur Reifezeit	50	0,2 "

Nach John bleiben in einem Morgen (preuß.) Land folgende Wurzelmengen:

	trockene Wurzelrückstände.	Stickstoff darin.
vom Klee, in der Blüthe, bei einer trockenen Erntemasse von 1960 Pf.	1900	34

	trockene Wurzelrückstände.	Stickstoff darin.
vom Haber, in der Blüthe, bei einer trockenen Erntemasse von 1500 Pf.	650	12
vom Haber, reif, trockene Ernte, 2400 Pf.	570	4
von Rübsen, reif, trockene Ernte, 2370 Pf.	370	2

und Stöckhardt setzt die gesammten, dem Boden bleibenden Rückstände nach ihrem Stickstoffgehalte gleich

80 Ctr. Stallmist bei grün gemähtem Klee,
36 „ „ „ blühend gemähtem Haber,
12 „ „ „ reif gemähtem Haber,
7 „ „ „ reif gemähten Rübsen.

Daraus, sowie aus der durch Verwesung der Wurzeln überhaupt löslich werdenden Pflanzennahrung im Allgemeinen, also auch den Salzen, endlich der indirekten Mehrung derselben ist die Reihung des Verhaltens der Kulturpflanzen gegenüber den Ansprüchen, die sie an den Boden machen, leidlich erklärt.

Aber auch noch eine andere Reihung kennt die Landwirthschaft und zwar innerhalb der Pflanzenfamilien selbst. Man kennt eine größere Bodenerschöpfung durch Weizen und Gerste, als durch Roggen und noch mehr durch Haber; mehr erschöpfen Bohnen, weniger Erbsen, noch weniger Wicken.

Diese Reihung fällt, wie der erste Blick schon zeigt, mit den Graden der Ansprüche, welche diese Pflanzen an die Gunst des Klima bei uns machen (Wärme und längere Vegetationszeit) zusammen.

Man könnte das Umgekehrte behaupten und sagen: eben weil diese Pflanzen größere Ansprüche an den Boden machen, mehr erschöpfend wirken, ebendeßwegen brauchen sie ein günstigeres Klima, um ihren Bedarf vom Boden völlig erhalten zu können. Aber in wärmeren Landen ist keine von diesen Pflanzen mehr bodenerschöpfend als die andere, ja einige (Haber und Roggen) werden wegen allzu üppigen Standes und zu geringer Körnerbildung, auch geringerer Schätzung, gar nicht gebaut.

Jedenfalls hängt die Aufnahme ihrer Nahrung aus dem Boden, von der Löslichkeit derselben und dem hiezu nöthigen Quantum Wasser ab, welches die Atmosphäre im Großen bei uns liefert. Fehlt dieses,

so wird die Gegenwart auch aller Nährstoffe in Fülle nichts nützen können, und ist es im Uebermaße vorhanden, so muß es zu sehr erkältend und die Diffusion wie Assimilation hemmend wirken. Die letztere verbraucht Wasser, die erstere wird durch Verdunstung außerordentlich gefördert. Dieser Verbrauch von Feuchtigkeit geht je nach der Stärke des Vegetationsprocesses, der Wärme und Trockenheit der Luft schneller oder langsamer von Statten. Er kann selbst gar nicht oder nur unvollständig zu Ende kommen, er kann aber auch (wie in warmen Ländern) von denselben Kulturpflanzen sehr beschleunigt werden. Hinreichend Nährstoffe im Boden und in der Luft vorausgesetzt, gehen Diffusion und Assimilation nur im Verhältniß zu den klimatischen Bedingungen vor sich. Man denkt aber viel zu oft eher an Zufuhr neuer Nährstoffe und läßt sich selbst ein großes Superfluum als nothwendig gefallen, ehe man an die Mehrung von Feuchtigkeit und Wärme denkt. Es ist deßhalb auch die ständige Annahme von Mangel an Stickstoff und Phosphor oder Alkalien so lange unbegründet, als den sie fundirenden Versuchen nicht gleichfalls die Beobachtung über verabreichte Wärme und Feuchtigkeit und zwar nach der Methode der Wissenschaft beigegeben sind.

Man hat auch bereits begonnen, diese Verhältnisse zu eruiren und Lawes und Gilbert theilen mit, daß nach Versuchen in der Vegetationszeit bis zur Reife — der Klee bis zur Blüthe — Wasser verdunstet habe:

Vom 19. März bis 7. September

Weizen	113,527	Gramme
Gerste	120,025	„
Bohnen	112,231	„

von da bis 11. September

Erbsen	109,082	„

bis zum 28. Juni

Klee	55,093	„

Aus der anatomischen Struktur der Appendikularorgane ist, mit dem Gesagten zusammenhängend, manches jene Reihung Erklärendes noch abzunehmen. Die Cerealien bestocken sich zwar durchwegs, wie fast alle Gramineen, die es nicht in unterirdischen Stengelbildungen thun, durch Knospenbildung an den ersten Internodien — nicht der Haber allein! — Da dieß der Weizen im Frühlinge besonders stark

vermag, so ist er hiedurch allein dem Haber nicht entgegenzusetzen, wohl aber der wenig sich bestockenden, aber auch weniger Masse liefernden Gerste. Die Kraft üppig grüner, breiter, mit Spaltöffnungen reichlich versehener (?) Blätter, Luftnahrung leichter aufzunehmen und die Bodennahrung rascher diffundiren und assimiliren zu machen, ist gegenüber blattarmen, mit trockenen und mageren Appendicularorganen versehenen Pflanzen hoch zu schätzen, obgleich auch der dünnblätterige Spergel den Boden nicht erschöpft. Allein er steht auch lange grün und die Pflanzen haben, wie wir schon oben sagten, nur in dieser Zeit die Kraft, indirect den Boden zu bereichern und, wenn sie dem Boden vor der Vollendung ihrer Vegetation wieder gegeben werden, auch direkt. Reps und Rübsen, auch der Mohn sind gleichfalls Beweise davon. Sie sind überdieß nicht minder die Nährstoffe (Mineralsubstanzen) des Bodens aufschließende Pflanzen, daher für andere Kulturpflanzen anderer Familien sehr nützliche Vorfrüchte.

§. 119.

Gründüngung.

Es liegt nun nahe, Pflanzen bloß zu dem Zweck zu bauen, um

1) ihre den Boden bereichernde Kraft in der Zeit ihrer ersten Entwickelung, in welcher sie mehr von der Luft nehmen, als vom Boden, ihre Kraft, diesem von dort her Nährstoffe, überdieß bei der Verwesung in die passendste Form gebracht, zu entziehen, zu benützen;

2) sie zur Aufschließung unlöslicher Mineralsubstanzen zu benützen, um die von ihnen nicht verbrauchten anderen Vegetabilien zuzuführen; endlich

3) um die ihre Zersetzung begleitenden, physikalischen Eigenschaften zur Mehrung von Wärme und Absorption von Feuchtigkeit, Lockerung und allem, was damit zusammenhängt, zu verwenden.

Man vollzieht auch diese Absicht, durch die uralt bekannte Gründüngung, die als Umbruch der Grasnarbe wohl die älteste der Düngungsarten ist. Sie ist je nach dem Standpunkte der Theorie des Beurtheilers sehr verschieden, selten rechnerisch und auf Thatsachen gestützt, besprochen worden und sollte bald jegliche Düngung ersetzen können, bald ohne besonderen Werth seyn.

Wenn es rechnerisch sich rechtfertigen läßt, physiologischerseits ist die Gründüngung, insbesondere in wärmeren Klimaten, vollkommen

zur höchsten Bereicherung eines Bodens, einige Fonds an Pflanzennährstoffen im Felde vorausgesetzt, hinreichend. Es müßte sonst auch Wald und Wiese, selbst bei zeitweiser mäßiger Aberntung, noch mehr aber als Urwald und Urwiese (Savannen) den Boden nicht bereichern können, auf dem sie sich ausdehnen, was unrichtig wäre, unrichtig für jegliche Bodenart selbst. Es ist übrigens auch unrichtig, anzunehmen, daß Pflanzen, direkt zur Düngung verwendet, dem Boden mehr Kraft geben, als der daraus durch Fütterung erzeugte Mist. Dieser, als flüssiger und fester Durchschnittsabfall aus Stallungen mit Thieren jeglichen Alters und jeglicher Benützungsweise, also ausgeglichener Mist, hat wohl nicht viel des Stickstoffes, der Phosphate, der Alkalien 2c., von der Pflanze herrührend, sondern aus der regressiven Stoffmetamorphose stammend, aber der durch Ausdünstung zu Verlust kommende Theil von Pflanzennährstoffen des Futters hat einmal nicht von Futter allein seinen Ursprung (Wasser), ist unerheblich, endlich durch die größeren Quantitäten der davon mehr ausscheidenden als einnehmenden Thiere und insbesondere durch die bessere Vorbereitung derselben zur Lösung ausgeglichen. Jedenfalls bewies uns die Erfahrung, daß ein Centner grüne Pflanzenmasse, zerquetscht und mit Wasser versetzt zur Düngung verwandt, viel weniger wirksam sich zeigt, als die von dem gleichen Quantum erhaltene Mistmasse ohne Streu, von einem in statischer Stoffmetamorphose befindlichen Rinde erhalten.

In der That wird auch der Werth eines Mistes zur Düngung höher geschätzt, als die denselben liefernden Pflanzen bloß zu demselben Zwecke verwendet. Ein Centner Heu düngt nicht gleich gut, als die davon erhaltenen 2—2½ Centner Mist im Urin und den Exkrementen. Daß bei der Gründüngung eine große Verschwendung an Kohlenhydraten, an Gummi, Zucker, Stärkmehl, Chlorophyll, Fetten und Oelen 2c. mit unterläuft, wird ganz übersehen; gerade diese aber sind die Fettbilder, die Butter- und Milchzuckerlieferanten der Hausthiere, die Mitwirkung der Proteinstoffe vorausgesetzt. Die Thiere als Düngerfabriken zu betrachten, ist somit, auch bei gleichem Werthe ihres Mistes mit den zur Fütterung verwendeten Pflanzen oder bei höherem, eine dennoch rohe, auch dem wirthschaftlichen Verstande barbarisch erscheinende Ansicht, der armseligsten Phase landwirthschaftlichen Betriebes, mit Weide, Flurzwang, Dreifelderwirthschaft, Zehenten und unendlichen Gefällearten im Hintergrunde.

Ueberdieß verwerthet sich der Stickstoff der Pflanzen, umgewandelt in die Form der Proteinstoffe der Thiere, in Fleisch, Zugkraft und Wolle, theilweise auch in Milch (obgleich ihre Güte nach dem Fettgehalt bloß geschätzt wird) viel höher, als in jenen selbst.

§. 120.

Fruchtwechsel.

Die Wissenschaft hat somit, soviel ist aus dem Gesagten klar, gerechtfertigt, was die landwirthschaftliche Praxis schon lange (auch durch Erfahrung) gefunden hat, daß nemlich der Wechsel zwischen Luftnahrungs- (Blatt-) und Bodennahrungs- (Halm-) pflanzen oder, noch besser gesagt, zwischen Pflanzen mit künstlich unterbrochener und natürlich ganzer Vegetationszeit förderlich sey. Sie findet den Wechsel zwischen bodenkraftmehrenden (Kleearten) und bodenkraftzehrenden Pflanzen gerechtfertigt.[1] Sie gibt zu, daß man mit Folgen, wie Hackfrucht, Halmfrucht, Blattfrucht, Halmfrucht und dann wieder von vorn trefflich fahren kann. Aber sie geht noch weiter, sie hat den Weg angebahnt, wie, falls es wirthschaftlich empfehlenswerth wäre, auch selbst Familie auf Familie und zuletzt selbst Art auf Art sich folgen können. Sie gibt die Freiheit der Bewegung in der Fruchtfolge.

Wir haben eben den Ausdruck Hackfrucht gebraucht und jedermann sieht, daß diese Bezeichnung mit den zwei übrigen nicht in wesentlicher Beziehung steht. Der Hackfrucht steht natürlich entgegen diejenige, welche nicht behackt, nicht gebracht wird. Früchte der ersten Art sind die während ihrer Vegetationszeit bearbeiteten, die sogenannten Brachfrüchte, wie Kartoffeln, Reps, Rüben.

Trotzdem, daß sie den Boden stark angreifen, werden sie doch mit Vortheil im Wechsel mit anderen nicht gebrachten Pflanzen gebaut, ohne daß den letzteren eine neue Düngung zugeführt würde. Das Brachen oder das Behacken, das Bearbeiten, also die Förderung der Verwitterung und die Ueberführung unlöslicher in lösliche Pflanzennahrung, das ist es vorzugsweise, was trotz der großen Menge von Nährstoffen, die sie selbst nehmen, diese Pflanzen doch

[1] Man wird uns den Ausdruck Kraft noch so lange erlauben müssen, als man aus Ammoniak, Kohlensäure, Wasser und Mineralstoffen noch keine Pflanzen machen kann.

hier eine Rolle spielen läßt, jener der bodenkraftmehrenden und schonenden gleich. Der Gartenbau bracht jede Frucht und zwar öfter, ja manchmal sehr oft im Jahre. Er gewinnt dadurch, freilich mit Düngerzufuhr, enorme Erträge, welche den Morgen Landes 3—4000 fl. werth machen und davon allein die Subsistenzmittel für eine ganze Familie direkt und indirekt beschaffen. In wärmeren Zonen vermag Bewässerung mit zeitweiser Lockerung und Bearbeitung dasselbe zu leisten, ja noch mehr, denn die so erzielte Gartenvegetation läßt sich an Ueppigkeit mit jener unserer Breiten gar nicht vergleichen. Mit Dünger, mit Zufuhr von Pflanzennährstoffen läßt sich aber unter allen Zonen noch mehr, das Höchste erreichen, was mit den Grenzen, welche die Gesetze des Organismus selbst geben, zusammen fällt. Darum ist der Tullismus der alten und die Reformation desselben nach dem Weedonsystem, die Anwendung der Brache auf alle Kulturpflanzen — überall Brache, aber nirgends leere! — im höchsten Grade beachtenswerth, sie erfüllt die Forderung der Lösung schon hinreichend vorhandener Bodennahrung ohne Verschwendung, gibt der Luftnahrung reichlichen Zugang, wahrt die physikalischen Eigenschaften am besten und verspricht das Paradoxon, daß die Pflanzen so große Ueberschüsse an Pflanzennahrung zum Gedeihen haben müssen, zu heben. Nicht bloß die Lehre von der Beschaffung der Pflanzennahrung, sondern die Zubereitung der überall reichlich vorhandenen zur passenden Benützung mit Hülfe der Agrikulturchemie, Agrikulturphysik und Physiologie, das bildet die Aufgabe der nächsten Zukunft der Wissenschaft des Landbaues.

Anhang.

Es sind enthalten in 1000 Pfd. getrockneter Pflanzensubstanz:

	Stickstoff.	Mineralbestandtheile überhaupt.	Phosphorsäure.	Kali.	Kalk- und Talkerde.
Rothbuche:					
Scheitholz	4	5	0,5	0,6	2,5
Astholz	5	8	0,8	1	3
Reisig	6	11	1,1	1,4	5,5
Blätter (abgefallen) .	9	70	3,7	5	22
Samen	25	36	7	7	12

	Stickstoff.	Mineralbestandtheile überhaupt.	Phosphorsäure.	Kali.	Kali- und Kalkerde.
Weizen zur Zeit der Reife:					
Wurzeln	11	110	—	—	—
Stroh	10	40	2	5,5	3
Körner	24	20	7	4,5	2,5
Spreu	16	90	—	—	—
Haber zur Zeit der Reife:					
Wurzeln	9	100	—	—	—
Stengel	6	55	1,6	11	5
Blätter	12	80	4	18	11
Spreu	5	100	3	8	6
Körner (geschält)	20	22	9	5	4
Körnerschalen	3	66	1,5	4	2
Kartoffeln zur Zeit der Reife:					
Knollen	15	40	6,6	25	3,5
Kraut	20	150	3,5	16	60
Erbsen zur Zeit der Reife:					
Stroh	20	50	4	10	24
Körner	40	30	12	12	4
Reps zur Zeit der Reife:					
Stroh und Schoten (ohne Körner)	6	50	4	15	15
Körner	30	44	19	11	11

Wechsel des Stickstoffs und der Mineralstoffe in den Pflanzen nach deren Alter.

Es sind enthalten in 1000 Theilen der trockenen Pflanzensubstanz:

			Stickstoff.	Mineralstoffe.
Weizen:	Wurzeln	Juni	25	120
	„	Juli	15	160
	„	August	11	110
	Halme	Juni	35	70
	„	Juli	18	45
	„	August	10	40

		Stickstoff.	Mineralstoffe.
	Aehren ganz jung . . .	35	40
	„ blühend	25	60
	Körner reif	24	20
	Spreu	16	90
Klee:	Wurzeln Juni	56	90
	„ Juli	25	70
	„ August . . .	15	70
	Stengel u. Blätter, ganz jung	40	110
	Anfang der Blüthe . . .	30	80
	Reif	20	90
	Blüthenköpfe jung . . .	30	70
	„ reif . . .	40	80

(Stöckhardt.)

Nach demselben erhält ein preuß. Morgen Land ungefähr mit einer Düngung

			Stickstoff.	Phosphorsäure.	Kali.	Kalk.
von	2 Ctr.	Guano	25	30	4	32
„	4 „	Knochenmehl . .	20	96	—	105
„	6 „	Repsmehl . . .	25	16	8	6
„	100 „	Kuhexkrementen .	30	22	5	30
„	100 „	Pferdeexkrementen .	50	35	15	25
„	100 „	Schafexkrementen .	70	60	15	100

Gehalt der Ernteerträge.

	Ertrag per Hektar. Kil.	Stickstoff. Kil.	Asche. Kil.	Phosphorsäure. Kil.	Kali. Kil.	Kalk und Magnesia. Kil.	Kieselsäure. Kil.
Weizen.							
Körner	2000	36,8	35,0	16,9	10,5	6,0	0,5
Stroh	5000	15,0	225,0	9,2	42,1	12,4	158,6
	7000	51,8	260,0	26,1	52,6	18,4	159,1
Roggen.							
Körner	1600	30,6	27,7	13,1	9,3	4,0	0,6
Stroh	3800	13,3	152,0	4,0	29,6	10,0	101,1
	5400	43,9	179,7	17,1	38,9	14,0	101,7

	Ertrag per Hektar. Kil.	Stickstoff. Kil.	Asche. Kil.	Phosphorsäure. Kil.	Kali. Kil.	Kalk und Magnesia. Kil.	Kieselsäure. Kil.
Gerste.							
Körner	2300	39,3	63,3	21,8	13,2	5,4	18,4
Stroh	4000	12,0	180,0	7,2	47,2	16,2	96,3
	6300	51,3	243,3	29,0	60,4	21,6	114,7
Haber.							
Körner	2000	37,4	70,0	17,5	11,2	7,7	29,4
Stroh	4000	12,0	240,0	7,7	62,8	24,0	130,0
	6000	49,4	310,0	25,2	74,0	31,7	159,4
Saubohnen.							
Körner	2000	82,2	63,8	21,8	28,7	8,7	0,4
Stroh	3000	36,0	150,0	15,0	36,0	54,0	15,0
	5000	118,2	213,8	36,8	64,7	62,7	15,4
Erbsen.							
Körner	1500	53,1	37,7	11,4	16,6	6,0	0,6
Stroh	3000	53,7	150,0	11,3	40,5	54,0	6,0
	4500	106,8	187,7	22,7	57,1	60,0	6,6
Wicken.							
Körner	1500	65,3	45,0	15,3	18,5	5,9	—
Stroh	3000	51,0	165,0	14,9	33,0	75,9	12,2
	4500	116,3	210,0	30,2	51,5	81,8	12,2
Reps.							
Körner	2400	80,0	96,0	41,3	24,8	26,8	1,2
Stroh	4500	13,5	189,0	11,3	58,6	56,7	7,6
	6900	93,5	285,0	52,6	83,4	83,5	8,8
Runkelrüben.							
Blätter	40,000	96,0	384,0	23,0	172,6	43,8	21,5
"	10,000	28,0	188,0	12,2	75,2	30,1	13,2
	50,000	124,0	572,0	35,2	247,8	73,9	34,7
Kartoffeln	20,000	82,0	204,0	23,1	105,1	14,7	11,4
Kleeheu	6,000	130,8	390,0	24,6	105,7	120,9	20,7
Wiesenheu	4000	53,2	246,4	13,3	57,9	61,9	77,6

(E. Wolff.)

§. 121.

Eintheilung der Kulturpflanzen.

Die Landwirthe theilten bisher ihre Kulturpflanzen vorzüglich nach den besonders benützten Theilen oder Eigenschaften derselben ein und sprachen von Getreidepflanzen, wenn sie den Samen halber gebaute Pflanzen im Auge hatten (z. B. Weizen, Roggen, Gerste ꝛc., Buchweizen, Hülsenfrüchte), von Wurzeln und Knollengewächsen (Kartoffeln, Rüben, Topinambour), von Futterkräutern (Kleearten) und Handelspflanzen (Tabak, Krapp, Hopfen, Reps ꝛc.), wohin denn alle übrigen kamen.

Jedermann sieht auf den ersten Blick das gänzlich Haltlose in solchen Eintheilungen, wenn auch gar nicht beachtet wird, daß dergleichen nur für unseren Kulturkreis paßt. Indessen wird aber Mangel in der Taxonomie als etwas ganz Geringfügiges für die Landwirthschaft angesehen, mit Unrecht! Schon die Thatsache, daß der den Familien gemeinsame Charakter mit der geographischen Verbreitung, dem Vorkommen und Fortkommen, den Bestandtheilen und den Bedürfnissen der Pflanzen im Zusammenhange steht, muß uns rechtfertigen, wenn wir den gebildeten Landwirthen zumuthen, die Familien der systematischen Botanik wenigstens als Unterabtheilungen gelten zu lassen, indem wir die der Kulturähnlichkeit halber gerechtfertigte Haupteintheilung gerne stehen lassen. Sind sie doch in der Hauptsache in den drei ersten Klassen auch systematisch zusammengehörend.

§. 122.

I. Klasse. Getreidearten.

Familien: Gräser (gramineae), Hülsen (leguminosae), Knöteriche (polygoneae).

Charakter der Gräser. Die Gräser sind einjährige oder perennirende Pflanzen, im letzten Falle häufig mit gegliederten, beschuppten unterirdischen Stengeln mit Knospenbildung (Quecken, Fioringras, Sumpfrohr) versehen. Sie haben einfache, selten ästige, meist hohle, nur gegen die Spitze zu oft markige Stengel, Halme genannt, die ächten Gräser mit Knoten versehen. Die Blätter sitzen mit Blattscheiden am Halm, sind schmal, flach, ungetheilt.

Ihre Blüthen stehen in Aehren oder Rispen, die wieder zwei- bis mehrblühende Aehrchen tragen, sind Zwitter oder ein- oder zweihäusig, in Spelzen gehüllt, die oft gegrannt sind. Der Fruchtknoten ist frei, mit einem Ei versehen, die Frucht eine glatte oder mit Längsstreifen versehene Grasfrucht (caryopsis), nackt oder mit den inneren Spelzen oder Bälgen verwachsen. Der Embryo liegt außer dem mehligen Eiweißkörper, wegen welches letzteren die meisten gebaut werden (das Mehl).

Die Gräser sind wohl nach den Individuen die zahlreichsten Pflanzen der Erde, ihr Verbreitungsbezirk endet mit dem der ganzen Pflanzenwelt, unter dem Aequator, wie in Spitzbergen und bis an die Schneegrenze finden sich Gräser, in heißern Ländern mehr strauchartige (Bambusen von 60 Fuß Höhe) mit breiteren Blättern, öfter getrennten Geschlechtes. — Ihr gesellschaftliches Vorkommen bewirkt jene Vegetationsbilder, die wir als Wiesen (Niederungs- und Alpenwiesen), als Pampas, Savannen, Prairien ꝛc. bezeichnen. Ihre meisten Arten sind gesellschaftliche Pflanzen.

Die Heimath der unserem Kulturkreis angehörenden kultivirten Gräser ist zwar schwer bestimmbar, aber sicher in den Ländern westlich des asiatischen Hochlandes zu suchen, im oberen Euphratgebiet, in Armenien, an dem kaspischen See und am Kaukasus, mit Ausnahme des Mais und der Sorghumarten. Ihr sehr großer Verbreitungsbezirk deutet an, daß sie mehr wie andere Pflanzen den klimatischen Einflüssen nachzugeben im Stande sind, und in der That haben sie als Kulturpflanzen die Runde um den Erdkreis gemacht. Sie sind in ihrer Heimath durchwegs Wintergetreide.

Ihre chemische Constitution ist charakterisirt durch das Vorherrschen indifferenter Stoffe; Gummi, Zucker, Stärkmehl neben Proteinstoffen machen sie vor allen zu Futterpflanzen und in den Samen vorzüglich zu Nährpflanzen des Menschen und der Pflanzenfresser geschickt. Sie haben es zu keinem Alkaloid gebracht und nur der Taumellolch ist durch seine Samen berüchtigt. Stickstoffhaltige Nahrung und Alkalien für Blatt- und Stengelbildung, Phosphor für die Samen sind ihnen besonderes Bedürfniß, Kieselerde, die sie in großer Menge enthalten, für die Halme (Kieselpflanzen). Unter den physikalischen Bedingungen steht ein hoher Feuchtigkeitszustand in Luft oder Boden oben an.

§. 123.

1. Gattung. Weizen (Triticum).

1) Eigentliche Weizen.

2) Spelze.

ad 1) Eigentliche Weizen: Aehren mehr oder weniger vollkommen, vierseitig, Aehren vier- bis sechsblüthig, Spindel nicht leicht zerbrechend, die Samen fallen leicht aus den Spelzen.

Arten: a) Gemeiner Weizen (Tr. vulgare).

Die Aehre vierseitig zusammengedrückt, die Aehrchen zwei- bis dreisamig und ausgebreitet, die Kelchspelzen aufgeblasen, an der Spitze zusammengedrückt, die Samen länglich, oval, gewölbt und abgestumpft.

Varietäten:

Weißer gemeiner Bartweizen, Winter- und Sommerfrucht.

Weißer sammtartiger gemeiner Bartweizen, Winterfrucht.

Rother gemeiner Bartweizen, Winter- und Sommerfrucht.

Rother sammtartiger gemeiner Bartweizen, Winterfrucht.

Brauner gemeiner Bartweizen, Winterfrucht.

Blauer gemeiner Bartweizen, Sommerfrucht.

Schwarzer gemeiner Bartweizen, Winter- und Sommerfrucht.

Weißer Kolbenweizen (Talaveraweizen), Winter- und Sommerfrucht.

Weißer Kolbenweizen mit bräunlichem Halm, Winter- und Sommerfrucht.

Weißer sammtartiger Kolbenweizen, Winter- und Sommerfrucht.

Gelber Kolbenweizen, Winter- und Sommerfrucht.

Rother Kolbenweizen (am häufigsten kultivirt), Winterfrucht.

Rother sammtartiger Kolbenweizen, Winterfrucht.

Igelweizen mit gelbem Samen, Winterfrucht.

Igelweizen mit weißlichem Samen, Winterfrucht.

Sammtartiger Igelweizen, Winterfrucht.

Dinkelweizen (pontischer), Winterfrucht (Metzger).

Lama (rother Weizen), Winterfrucht.

Touzelle (weißer Weizen), Winterfrucht.

Sicilianischer Weizen, Winterfrucht.

Gebirgsweizen (König), Sommerfrucht.

Alle Sorten können bei uns entweder als Winter- oder Sommergetreide angebaut werden; einmal an eine bestimmte Vegetationsperiode gewöhnt, sind sie nur allmählig wieder an eine andere zu gewöhnen (Winterweizen in Sommerweizen zu verwandeln und umgekehrt).

Der gemeine Weizen reicht in Europa durchschnittlich bis zu 60° N. Br., in Norwegen auch bis zum 65°, begreiflich als Sommerfrucht, und unter dem 45° findet er sich noch bei 6000′ Höhe; am nördlichen Alpenrand bei 3400′ (Steeg), gedeihlich nur bis 2000′; in den Tyroler Centralalpen (Oetzthal) nach Simony bis 4200 W. F.

Der gemeine Weizen findet sich im Euphratgebiete nach Zeugnissen von Botanikern (Olivier) wild, er ist ein später als Gerste und Spelz in Kultur gekommenes Cereal, das auch in Deutschland, England und Frankreich erst den älteren Spelz verdrängte. Nach Mac Culloch hat sich in England seit 1760 der Weizenbau verdreifacht.

Diese Abart der Weizen wird am häufigsten in West- und Südeuropa gebaut, in Griechenland, Kleinasien, Italien und Aegypten gleichfalls, sie scheint nächst dem Spelz, der aus den alten Kulturländern nunmehr ganz verschwunden ist, die ältere.

Der Weizen fordert bündigen Boden, des allzeit mäßigen Feuchtigkeitsbedarfes wegen, er gedeiht bei reichlicher Luftfeuchtigkeit in nördlichen Gegenden auch im sandigen, lockeren Boden, im Süden im schwersten bündigen ohne solche. Er fordert besonders mehr Dünger im ungünstigen Klima als im günstigen.

Man säet $1\frac{1}{2}$—3 (durchschnittlich 2) Metzen auf ein österreichisches Joch (oder [1] ebensoviel Hektoliter auf ein Hektar oder $\frac{3}{4}$—$1\frac{1}{2}$ Scheffel auf einen preußischen Morgen). Der Ertrag in Körnern ist der 8—12 (durchschnittlich 10) fache, also 18—24 Metzen österr. à 83 Pfd. durchschnittlich und etwa 2—$2\frac{1}{2}$mal so viel (nach dem Gewichte) an Stroh.

b) Englischer Weizen, Tr. turgidum, Aehre regelmäßig viereckig, gegrannt.

Die Aehrchen ausgebreitet, zwei- bis dreisamig und zweigrannig.

[1] Wenn man ein Metzen österreichisch auf ein Joch österreichisch braucht, so geht 1,07 Hektoliter auf ein Hektar, also etwa $\frac{1}{14}$ mehr, eine Differenz, die man bei den großen Schwankungen der allgemeinen Angaben außer Acht lassen kann.

Die Kelchspelzen kurz und aufgeblasen. Die Grannen ziemlich regelmäßig in vier Reihen stehend.

Varietäten:

Weißer glatter englischer Weizen, Winter- und Sommerfrucht.
Weißer Wunderweizen, Sommerfrucht.
Schwarzgranniger Wunderweizen, Sommerfrucht.
Weißer sammtartiger englischer Weizen, Winter- und Sommerfrucht.
Rother glatter englischer Weizen, Winter- und Sommerfrucht.
Rother Wunderweizen, Winter- und Sommerfrucht.
Rother sammtartiger englischer Weizen, Winterfrucht.
Rother sammtartiger Wunderweizen, Winterfrucht.
Blauer englischer Weizen, Winter- und Sommerfrucht.
Blauer Wunderweizen (Metzger).

Die Bezeichnung „Wunderweizen" kommt den Abarten mit am Grunde ästigen Aehren zu.

Auch diese Art ist sowohl Sommer- als Wintergetreide, wie die vorige, wird aber im Ganzen mehr im wärmeren Theil Europa's (Italien, Frankreich, Spanien, auch England) gebaut, da er strenge Winter nicht leicht aushält. Von seinem Vaterlande ist nichts Näheres bekannt. Er fordert dieselbe Bodenbeschaffenheit wie der vorige.

c) Bartweizen, Tr. durum Desf.

Die Aehre rund, etwas zusammengedrückt, lang gegrannt. Die Aehrchen drei- bis viersamig. Die Kelchspelzen zusammen gedrückt, mit einem erhabenen Rücken, der in einen langen Zahn ausgeht. Samen dreieckig, meist hell und glasig.

Varietäten:

Blauer oder blauweißer Bartweizen, Sommerfrucht.
Rother glatter Bartweizen, Sommerfrucht.
Rother sammtartiger Bartweizen, Sommerfrucht.
Weißer glatter Bartweizen, Sommerfrucht.
Weißer sammtartiger Bartweizen, Sommerfrucht.
Weißer Kolbenbartweizen mit weißen oder mit schwarzen Grannen, Sommerfrucht.
Weißer sammtartiger Kolbenbartweizen mit weißen oder schwarzen Grannen, Sommerfrucht.
Rother Kolbenbartweizen, Sommerfrucht.
Dünnähriger Bartweizen, Sommerfrucht.

Er wird vorzüglich in Spanien, Italien, Nordafrika gebaut und zwar als Winterfrucht, in Deutschland spärlich und, wegen seiner Empfindlichkeit gegen Kälte, als Sommerfrucht, als welche er bald reif wird. Er wird vor allem zur Fabrikation der Maccaroni und der Grütze verbraucht. Reichlich gedüngter Boden sagt auch ihm, wie den andern Weizenarten am besten zu.

d) Polnischer Weizen, Tr. polonicum L.

Die Aehre vierseitig, zusammengedrückt. Die Aehrchen zweisamig, sehr lang. Die Kelchspelzen zusammengedrückt, zweizahnig, 1—1¼ Zoll lang. Samen elliptisch dreieckig, hell und glasig.

Varietäten:

Glatter polnischer Weizen, Sommerfrucht.

Astiger polnischer Weizen, Sommerfrucht.

Sammtartiger polnischer Weizen, Sommerfrucht.

Halbgegrannter polnischer Weizen, Sommerfrucht.

Kolbenartiger polnischer Weizen, Sommerfrucht.

Er verlangt neben gutem Boden warme, fast trockene Sommer und wird daher nur als Sommerfrucht und im wärmeren Europa und Nordafrika gebaut; unsere Winter übersteht er selten. Sein Name bezeichnet daher weder seinen Verbreitungsbezirk noch sein Vaterland, welches ihm mit den vorigen Arten gemeinsam zu seyn scheint.

§. 124.

Spelze.

ad 2) Spelze: die Aehre etwas vierseitig, zusammen gedrückt. Die Aehrchen vierblüthig, in zwei Reihen dachziegelförmig übereinanderliegend, ein- bis zwei-, selten dreisamig. Die Spindel zerbrechlich; die Samen bei der Reife nicht aus den Spelzen fallend.

e) Spelz (Vesen), Tr. Spelta.

Die Aehre vierseitig zusammengedrückt. Die Aehrchen zweisamig, locker übereinanderliegend. Die Kelchspelzen abgestumpft zusammengedrückt, kurz gezahnt. Samen oval, abgestumpft, mehr glasig als mehlig.

Varietäten:

Weißer Grannenspelz, Winterfrucht.

Rother Grannenspelz, Winterfrucht.

Blaulicher Grannenspelz, Sommerfrucht.

Schwarzer Grannenspelz, Winter- und Sommerfrucht.
Weißer ungegrannter Spelz, Winterfrucht.
Rother ungegrannter Spelz, Winterfrucht.
Blaulichbrauner ungegrannter Spelz, Winterfrucht.

Man baut ihn meist über den Winter, welchen er gut aushält; als Sommerfrucht ist der Ertrag unbedeutend. Spelzarten wurden schon von den Römern kultivirt, und scheinen bereits im 12. und 13. Jahrhundert im südlichen und westlichen Deutschland eine große Verbreitung gefunden zu haben, und der Spelz ist zum Theil noch, besonders in Schwaben, Franken und der Rheingegend, die vorherrschende Weizenart, an anderen Orten ist die mangelnde Mühlenvorrichtung zur Enthülsung der Samen ein Hinderniß seines Anbaues. Auch in der Schweiz, in Italien, Frankreich, Spanien, England ist er verbreitet, im Ganzen jedoch durch den gemeinen Weizen verdrängt und selten geworden. Nach Olivier kömmt er in Persien bei Hamadan wild vor. Der Spelz gedeiht zwar am vortrefflichsten auf gutem Weizenboden, doch kommt er auf sandigen leichten Bodenarten, die für Weizen nicht mehr passen, noch gut fort und wird hier oft gemischt mit (etwa $1/5$) Roggen gebaut.

Zur Saat braucht man, da die Körner in den Spelzen ausgesäet werden, ungefähr das Doppelte der Weizensaat, also 3—6 Metzen per Joch österr. (oder ebensoviel Hektoliter auf ein Hektar, oder $1\frac{1}{2}$—3 Scheffel per Morgen preuß.). Der Ertrag belauft sich auf 36—44 Metzen österr. (oder 39—48 Hektoliter) an unenthülsten Körnern, der Strohertrag ist dem des Weizens gleich.

Wird der Spelz vor der Reife, wenn die Körner mehlig zu werden beginnen, geschnitten, im Backofen getrocknet und ausgedroschen, so liefert er den „grünen Kern." Natürlich ist die Ernte dann weniger ergiebig, steht aber auch höher im Werthe.

f) Emmer, Tr. amyleum Ser.

Die Aehre flach. Die Aehrchen dicht übereinanderliegend, zweisamig. Die Kelchspelzen gebogen, in einem gebogenen langen Zahn ausgehend. Die Samen dreieckig, lang, zugespitzt, hell, weiß und glasig.

Varietäten:

Weißer glatter Emmer, Sommerfrucht.
Großer weißer Emmer, Sommerfrucht.
Weißer sammtartiger Emmer, Winter- und Sommerfrucht.

Weißer ästiger Emmer, Winterfrucht.
Rother Emmer, Sommerfrucht.
Rother ästiger Emmer, Winterfrucht.
Weißer Winteremmer, Winterfrucht.
Rother Winteremmer, Winterfrucht.
Dichter röthlicher Emmer, Sommer- und Winterfrucht.
Schwarzer Winteremmer, Winterfrucht.
Schwarzer ästiger Winteremmer, Winterfrucht.

Er wird meist als Sommergetreide in Würtemberg, im Aargau und stellenweise in den Apenninen gebaut, nirgends in großer Ausdehnung. Obwohl ihm gutbearbeitetes, gedüngtes und etwas feuchtes Land am besten zusagt, so gedeiht er doch auch leidlich auf geringem, trockenem Boden, steht dafür aber an Güte des Ertrages den vorigen Arten nach.

g) Einkorn, Tr. monococcum L., Winter- und Sommerfrucht.

Die Aehre zusammengepreßt, gegrannt. Die Aehrchen gebogen, sehr dicht übereinander liegend, einsamig. Der Samen ungleich, schief.

Das Einkorn gehört zu den ältesten Fruchtarten Deutschlands und scheint vor etwa 300 Jahren häufiger gebaut worden zu seyn, bis es von den Arten, welche mehr und schöneres Mehl geben, verdrängt wurde; so daß es gegenwärtig in Deutschland, Frankreich, Italien sehr selten und fast nur in Gebirgsgegenden, auf magerem Boden, wo Weizen oder Spelz nicht mehr gedeiht, gebaut wird und zwar meist als Winterfrucht. In der That begnügt sich das Einkorn unter den Weizenarten mit dem geringsten Boden, steht aber auch auf gutem Boden im Ertrag dem Spelze nicht nach. Ob es, wie Bieberstein angibt, in der Krim und am Kaukasus wild wächst, läßt sich noch nicht mit Sicherheit entscheiden.

Man bestellt die Saat frühzeitig und dünn, weil sie sich gut bestockt, und braucht gewöhnlich $2\frac{2}{3}$—$3\frac{1}{2}$ Metzen österr. per Joch (= ebensoviel Hektoliter per Hektar, $\doteq$ $1\frac{1}{4}$—$1\frac{2}{3}$ Scheffel preuß. per Morgen). Der Ertrag ist auf geringerem Boden das 6—10fache, auf gutem selbst das 16fache.

§. 125.

2. Gattung. Roggen. Secale cereale L.

Die Blüthen in einer Aehre. Die Aehrchen zweisamig in zwei Reihen abwechselnd an die Spindel befestigt. Die Kelchspelzen

zweiklappig, die Klappen gleich, schmal in eine feine Spitze ausgehend. Die Blumenspelzen zweiklappig, ungleich, die äußere gegrannt; der Rücken scharf, mit einer Reihe steifer Haare besetzt. Der Samen cylindrisch, abgestumpft.

Varietäten:

Gemeiner Winterroggen, Winterfrucht.
Gemeiner Sommerroggen, Sommerfrucht.
Winterroggen mit bräunlichem Halm, Winterfrucht.
Aestiger Roggen, Staudenroggen, Winterfrucht.

Der Roggen läßt sich noch leichter als der Weizen aus Winter- in Sommergetreide umwandeln und umgekehrt. Er ist weiter gegen Norden verbreitet als der Weizen, vorzüglich in den Ländern um die Ostsee und reicht in Norwegen bis gegen den 70° N. Br. In den Centralalpen steigt er bis gegen 5000′ (Graubündten), auf den nördlichen Voralpen bis 3400′, in Steiermark bis 3847′ (Unger). Seine Heimath sind, nach C. Koch, die pontischen Gebirge in Vorderasien in einer Höhe von 5000—6000′.

Der Roggen gedeiht noch bei einer mittleren Sommertemperatur von 10° C., während der Weizen ein Minimum von 15° C. fordert. Er ist für sandige, lockere Bodenarten das passendste und, wenn diese mehr als 85 Procent Sand enthalten, sogar das einzige noch gedeihende Getreide. Die Größe des Ertrags richtet sich dabei nach der Reichhaltigkeit des Bodens an humosen und mineralischen Bestandtheilen. Anhaltende Nässe des Bodens aber schadet durchaus.

Man baut ihn als Wintergetreide am frühesten, gewöhnlich in der ersten Hälfte Septembers, den Staudenroggen noch zwei Monate früher, weil er sich stärker bestockt und später reift. Als Sommerfrucht ist er unsicher, von geringerm Ertrage und wird daher mehr im Nothfalle gesät.

Das Saatquantum beträgt 1½—2—2½ (nach Hlubeck bis 4) Metzen per Joch österr. (= gleichviel Hektoliter per Hektar = 1⅓—2 Scheffel per Morgen preuß.), vom Staudenroggen nur die Hälfte. Nasse Witterung zur Saat- oder Blüthezeit wirkt auf den Roggen am nachtheiligsten; man säet daher wo nur möglich bei schönem, trockenem Wetter.

Das Erntequantum ist ungefähr das des Weizens, d. h. 18—24 (nach Hlubeck 16—18) Metzen per Joch österr. (= gleichviel

Hektoliter per Hektar = die Hälfte Scheffel per Morgen preuß.), ebenso Strohertrag.

§. 126.

3. Gattung. Gerste. Hordeum.

Die Blüthen in einer Aehre. Die Aehrchen einblüthig, einsamig, drei beisammen in einem Büschel, wovon zuweilen nur das mittlere fruchtbar. Die Kelchspelzen zweiklappig, pfriemenförmig. Die Blumenspelzen ungleich, häufig mit dem Samen verwachsen, die äußeren gegrannt und fünfnervig. Die Samen länglich aufgeblasen, nach beiden Enden zugespitzt.

Von allen Getreidearten geht die Gerste am weitesten nach Norden: bis ans nördliche Ende Norwegens (und ganz Europa's), 71° N. Br., in den Centralalpen bis 6000′, in der nördlichen Alpenkette 3500—3600′ und gibt da sicherern Ertrag als die anderen Getreidearten. Der Grund davon ist ihre kurze Vegetationsperiode (10—12 Wochen). Ihr Vaterland scheint das südliche Rußland: die Gegenden an der Wolga (H. distichum nach Förster) und am Kaukasus (H. Zeocriton nach C. Koch).

Die Arten ordnen sich in zwei Reihen: vielzeilige und zweizeilige Gersten.

A. Vielzeilige Gersten, Hordea polysticha.

Die Aehrchen sind alle fruchtbar, bilden sechs Reihen.

a) Sechszeilige Gerste, H. hexastichon L., Sommerfrucht.

Die Aehre aufrecht, rund. Die Aehrchen in sechs ganz regelmäßigen Reihen stehend.

Varietät: Lange und kurze sechszeilige Gerste.

In Italien, Griechenland, Aegypten war sie im Alterthume und ist sie jetzt noch die vorherrschend gebaute Art. Sie verlangt, wenn sich ihr Anbau lohnen soll, guten, kräftigen Boden, der dem Weizenboden wenig nachsteht, und wird, wenigstens bei uns, nur als Sommerfrucht gebaut. Von den Gersten- und den Getreidearten überhaupt hat sie die kürzeste Vegetationsperiode (acht Tage kürzer als die der zweizeiligen Gerste), nämlich kaum drei Monate.

Die Saat muß frühzeitig im März bis höchstens Mitte April bestellt werden, der Bedarf hiezu ist um ⅓ höher als beim Weizen,

also durchschnittlich 3 Metzen per Joch österr. (= 3 Hektoliter per Hektar, = $1^1/_3$ Scheffel per Morgen preuß.).

Der Ertrag ist im Durchschnitt nach Hlubeck 18 Metzen, nach Schwerz 28 Metzen österr. (resp. Hektoliter) = 8 und 12 Scheffel preußisch.

b) Gemeine Gerste, H. vulgare L.

Die Aehren schlaff, rund und etwas gebogen, die Aehrchen in sechs unregelmäßigen Reihen stehend.

Varietäten:

Gemeine Wintergerste, Winterfrucht.

Gemeine Sommergerste, Sommerfrucht.

Blauliche gemeine Gerste (lange und kurze) Sommer- und Winterfrucht.

Schwarze gemeine Gerste, Winterfrucht.

Nackte gemeine Gerste, Sommerfrucht.

Diese Art wird mehr im nördlichen Europa kultivirt und verträgt sandigen geringen Boden besser als die übrigen. Im Anbau stimmt sie übrigens mit der vorigen Art überein.

B. Zweizeilige Gerste, H. disticha.

Die Aehre mit zwei fruchtbaren Reihen Aehrchen, zusammengedrückt und flach. Die unfruchtbaren Aehrchen in vier Reihen fest an die Spindel gedrückt und viel kleiner als die fruchtbaren.

c) Reisgerste, H. Zeocriton L., Sommerfrucht.

Die Aehre aufrecht, flach, breit, pyramidenförmig. Die fruchtbaren Aehrchen in zwei Reihen, die unteren fast horizontal abstehend, die oberen aufrecht. Die Grannen dreimal so lang als die Aehre, sehr ausgebreitet.

Sie war vor mehreren Jahren verbreiteter in Deutschland, in dessen südlichem Theile sie nun durch die folgende Art verdrängt ist, wird dagegen in England häufiger gebaut zur Malzbereitung, im Süden mehr als Viehfutter (Aegypten). Sie ist Sommergetreide und verlangt guten Boden. Für Gebirgsgegenden und mehr nördliche Lagen eignet sie sich vorzüglich, da sie Kälte besser aushält und eher reift als die folgende Art.

d) Zweizeilige Gerste, H. distichon.

Aehre aufsteigend, zusammengedrückt, gleich breit. Die fruchtbaren Aehrchen nicht viel abstehend, in zwei regelmäßigen Reihen. Die Grannen in zwei Reihen, der Spindel parallel aufsteigend.

Varietäten:

Lange zweizeilige Gerste, Sommerfrucht.
Kurze zweizeilige Gerste, Sommerfrucht.
Schwarze zweizeilige Gerste, Sommerfrucht.
Nackte zweizeilige Gerste, Sommerfrucht (Metzger).
Neue schottische Annatgerste, Sommerfrucht (König).

Sie wird fast nur als Sommerfrucht gebaut, und ist bei weitem die verbreitetste Art, auch gegen den höchsten Norden. Ihre Vegetationsperiode beträgt 9—10 Wochen. Von ihrer Kultur gilt dasselbe, was von der sechszeiligen Gerste gesagt wurde.

§. 127.

4. Gattung. Haber. Avena.

Die Blüthen stehen in einer Rispe. Die Aehrchen zwei- bis sechsblüthig, zwei- bis viersamig. Die Blumenstielchen an der Spitze verdickt. Die Kelchspelzen zweiklappig und gleich. Der Samen meist von den Blumenspelzen umschlossen, feinhaarig.

a) Rispenhaber, A. sativa L.

Die Rispe ausgebreitet. Das Aehrchen zwei- bis dreiblüthig, zwei- bis dreisamig. Die Kelchspelzen mit acht der Länge nach parallellaufenden Streifen versehen. Der Samen von den Blumenspelzen umschlossen.

Varietäten:

Weißer gegrannter Rispenhaber.
Weißer ungegrannter Rispenhaber.
Weißer früher Rispenhaber.
Kurzkörniger weißer Rispenhaber.
Dreikörniger Rispenhaber.
Gelber gegrannter Rispenhaber.
Gelber ungegrannter Rispenhaber.
Brauner (rother) gegrannter Rispenhaber.
Schwarzer (gegrannter oder ungegrannter) Rispenhaber.
Großer nackter Rispenhaber.
Neuer Kamtschatkahaber.
Schwerer englischer Haber (König).

Der Haberbau geht in Europa bis zum 67° N. Br., steigt in den Centralalpen bis 5400′ (Graubündten), in der nördlichen Kette

bis 3600′. Die Römer scheinen diese Art erst bei den Galliern und Deutschen kennen gelernt zu haben, die ihn ohne Zweifel bei ihrer Einwanderung aus Asien mitgebracht haben. Nur in Schottland, Schweden, Norwegen wird er noch als Brodfrucht gebaut, südlicher bekanntlich als Pferdefutter, worin ihn in den Mittelmeerländern die Gerste ersetzt.

Häufig säet man Haber in Boden, der für anderes Getreide nicht mehr taugt, in sandigen trockenen, thonigen und Moorboden; freilich gibt er da geringen, wenn auch verhältnißmäßig sicheren Ertrag, reichliche Ernten aber nur auf kräftigem Boden. Er leidet von frischer starker Düngung, von Trockenheit und Nässe am wenigsten und wird meist als Sommer-, selten im Süden als Winterfrucht gebaut.

Die Aussaat beträgt 3—5$^1/_2$ Metzen per Joch österr. (= gleichviel Hektoliter per Hektar, = 1$^1/_3$—2$^1/_2$ Scheffel per Morgen preuß.). Der Ertrag ist bei uns durchschnittlich 32 Metzen per Joch österr. (= 34 Hektoliter per Hektar, = 15 Scheffel per Morgen preuß.); in den Niederlanden um $^1/_3$ höher.

b) Fahnenhaber, A. orientalis Schreb.

Die Rispe traubenartig, nach einer Seite zusammengezogen. Die Aehrchen zwei- bis dreisamig. Die Samen von den Blumenspelzen umschlossen.

Varietäten:

Weißer gegrannter Fahnenhaber.

Weißer ungegrannter Fahnenhaber.

Schwarzer gegrannter Fahnenhaber.

Diese Art hat eine viel geringere Verbreitung als die vorige und wird nur als Sommerfrucht gebaut. Sie reift acht Tage später und gibt auf gutem Boden reichere Ernten als erstere. Auch ist sie viel später, wahrscheinlich erst durch die Kreuzzüge, in Deutschland bekannt geworden. Am meisten wird sie in Ungarn gebaut.

c) Chinesischer Haber, A. chinensis.

Die Rispe ausgebreitet. Die Aehrchen vier- bis sechsblüthig, drei- bis viersamig, sehr lang und hängend. Samen nackt.

Er ist ebenfalls Sommerfrucht und zeichnet sich durch kräftige Bestaudung und große, nackte Samen aus, wird aber noch nicht im Großen gebaut.

d) Nackter Haber, A. nuda L.

Rispe zusammengezogen, einseitig, traubenartig. Die Aehrchen drei- bis vierblüthig, zwei- bis dreisamig, zweigrannig. Samen nackt.

Er wird als Sommerfrucht und nur wenig gebaut (in England, Oesterreich), da er an Ertrag den anderen Arten nachsteht.

e) Flughaber, A. fatua L.

Die Rispe ausgebreitet. Die Aehrchen zwei- bis dreiblüthig. Die Blumenspelzen bartig. Die Samen von den Spelzen fest umschlossen.

Er wächst in Deutschland und Frankreich als Unkraut unter dem Getreide, ist einjährig und läßt sich nicht bauen, da seine Körner allzuleicht ausfallen.

f) Sandhaber, A. strigosa Schreb.

Die Rispe nach einer Seite zusammengezogen. Die Aehrchen zweiblüthig, zweigrannig, zweisamig. Die Blumenspelzen gegrannt.

Auch er wächst in Deutschland und Frankreich unter anderen Getreidearten wild. Er ist einjährig und wird nur als Futterpflanze gebaut, da er auch im schlechtesten Boden fortkommt, aber kleine unbedeutende Samen trägt.

g) Kurzer Haber, A. brevis Roth.

Die Rispe meist nach einer Seite ausgebreitet. Die Aehrchen zwei- bis dreiblüthig, zwei- bis dreisamig, zweigrannig, ½ Zoll lang.

Wächst wie die vorigen wild und eignet sich ebenso wenig zum Anbau.

§. 128.

5. Gattung: Hirse. Panicum.

Der Blüthenstand ist eine ausgebreitete oder zusammengezogene Rispe, die Aehrchen einblüthig. Die Kelchspelzen dreiklappig, die Klappen dünnhäutig, gewölbt, nervig, die äußerste am kleinsten. Die Blumenspelzen zweiklappig. Die Klappen rindenartig, den Samen fest umschließend.

a) Rispenhirse, P. miliaceum L., Sommerfrucht.

Die Blüthen stehen in einer lockeren Rispe. Die Kelchspelzen zugespitzt. Die Blumenspelzen glänzend und gefärbt. Die Blumenstielchen nackt. Der Samen rundlich, glatt.

Varietäten:

Graue Rispenhirse } mit zerstreut stehenden Blüthen.
Schwarze Rispenhirse }

Gelbe Klumphirse Weiße Klumphirse Blutrothe Klumphirse	mit dichter stehenden Blüthen, etwa 14 Tage später reifend.

Die Kultur der Hirse erstreckt sich bis zum 52° n. Br., an südlichen Abdachungen der Alpen bis 2500′. Ihr Vaterland ist wahrscheinlich Indien, wo seit ältester Zeit (2822 vor Chr.), sowie in China, Aegypten, mehrere Hirsearten gebaut werden.

In der Jugend ist Hirse gegen Kälte und Trockenheit sehr empfindlich und wird von Unkräutern leicht erstickt. Sie gedeiht daher am besten auf Neubrüchen, auch auf sandigem Boden bei hinreichender Feuchtigkeit. Die Saat geschieht erst, wenn keine Fröste mehr zu fürchten, zu $1/4$—$1/2$ Metzen per Joch österr. (= 27—50 Liter per Hektar, = $1/2$—1 Scheffel per Morgen preuß.); der Ertrag schwankt zwischen 20—30 Metzen (= 21—32 Hektoliter = 9—14 Scheffel preuß.). Die Körner reifen ungleichmäßig und können daher häufig nicht auf einmal alle geerntet werden.

b) Kolbenhirse, P. italicum L., Sommerfrucht.

Die Blüthen stehen in einer dichten, ährenförmigen Rispe. Die Blumenstiele sind haarig und mit langen oder sehr kurzen Borsten versehen. Die Blumenspelzen stumpf. Die Samen rund.

Varietäten:

Große gelbe Kolbenhirse (die Aehre verlängert).

Kleine gelbe Kolbenhirse (die Aehre eiförmig).

Orangegelbe Kolbenhirse (die Aehre eiförmig).

Violette Kolbenhirse (die Aehre eiförmig).

Ungegrannte Kolbenhirse, Mohar (Blumenstiele sehr kurz oder fehlend).

Diese Art wird in Italien, im Süden der Schweiz und Frankreichs gebaut, bei uns bleiben die Samen in nassen Sommern häufig unreif, auch stehen sie denen der vorigen Art bedeutend nach und dienen daher mehr als Vogelfutter. Abstammung und Kultur ist dieselbe wie bei der Rispenhirse.

§. 129.

6. Gattung: Glanzgras. Phalaris.

Blüthenstand eine dichtgedrängte Rispe. Die Aehrchen kurzgestielt, dreiblüthig. Die zwei unteren Blüthen verkümmert, schuppen-

förmig. Die Kelchspelzen zweiklappig, nachenförmig, der Kiel geflügelt. Die Blumenspelzen der fruchtbaren Blüthe zweiklappig, stark glänzend, feinbehaart, den Samen fest umschließend.

Phalaris canariensis L.

Ursprünglich auf den canarischen Inseln heimisch wächst es in Spanien und dem südlichen Frankreich unter dem Getreide, wird aber nur spärlich, zumeist als Vogelfutter, angebaut. Die Kultur ist im Wesentlichen wie bei der Hirse.

§. 130.

7. Gattung: Mais. Zea Mais L.

Die Blüthen halbgetrennt. Die männlichen Blüthen endständig, in eine Rispe gestellt. Die weiblichen Blüthen bilden dichte, seitlich stehende, von einer Blattscheide eingehüllte Aehren, ihre Griffel sind sehr lang, fadenförmig. Die Samen sind rundlich oder eiförmig, selten ganz flach oder spitzig, in geraden oder spiralförmigen Reihen geordnet.

Varietäten:

Amerikanischer Mais (die Urform).
Gelber gemeiner Mais.
Gelber gemeiner Mais, mit ästiger Aehre (sehr selten).
Weißer gemeiner Mais.
Rother gemeiner Mais.
Blauer gemeiner Mais.
Bunter gemeiner Mais.
Gelber kleiner Mais }
Rother kleiner Mais } selten ästige Form.
Bunter kleiner Mais }

Die Kultur des Mais geht in Europa bis zum 52° n. Br., auf der südlichen Abdachung der Alpen bis 2500′, auf der nördlichen bis 1650′. Vor der Entdeckung Amerika's war er in der alten Welt mit alleiniger Ausnahme von Japan und Ostasien überhaupt unbekannt, dagegen fanden ihn die ersten Europäer sowohl in Peru als Mexiko allgemein kultivirt und er ist auch jetzt noch dort die vorherrschende Getreideart. Sein Vorkommen im wilden Zustande daselbst ist noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

Der Mais verlangt einen guten, gedüngten Boden und eine mittlere Sommertemperatur von 18—20° C. und verträgt keine

Fröste, man bestellt daher die Saat bei uns gewöhnlich im Mai in $1\frac{1}{2}$—2′ Abstand und $\frac{1}{2}$—1′ Entfernung in den Reihen, wozu man $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ Metzen per Joch (= 53—80 Liter per Hektar = 1—$1\frac{1}{2}$ Scheffel per Morgen preuß.) braucht. Der Ertrag ist durchschnittlich bei günstigen Bedingungen 60 Metzen, bei minder günstigen 40 Metzen per Joch (= 64—43 Hektoliter per Hektar = 28—19 Scheffel per Morgen preuß.), wozu die bedeutende Menge Grünfutter kommt, welches 2—3 Wochen nach dem Verblühen die sämmtlichen Blatt- und Stengeltheile oberhalb der Kolben liefern.

§. 131.

Familie der Knöteriche. Polygoneae.

Einjährige oder ausdauernde Kräuter, selten strauchartige Pflanzen mit wechselweise stehenden, einfachen, ungetheilten Blättern, die an ihrer Basis den Stengel umfassen (einscheiden), oder mit einer häutigen, dütenartigen Scheide (Ochrea) zusammenhängen und in der Jugend nach unten der Länge nach zurückgerollt sind. Die Blüthen sind Zwitter, selten eingeschlechtig, bilden cylindrische Aehren oder endständige Trauben. Die Blüthendecke (Kelche) einblättrig, 3—6theilig, in der Knospenlage dachziegelförmig. Staubgefässe 4—10. Der freie einfächerige Fruchtknoten enthält ein aufrechtes Ei. Die trockene, nicht aufspringende Frucht wird häufig von der bleibenden Blüthendecke umschlossen. Der Samen enthält in einem mehligen Eiweißkörper einen umgekehrten Embryo.

Die Knöteriche bilden keine große, aber doch über die ganze Erde verbreitete Familie, zu welcher außer den ihrer mehlreichen Samen wegen gebauten Arten auch der gemüseliefernde Ampfer (Rumex) und die Rhabarber (Rheum) mit harzreichen Wurzeln gehören. Unsere einheimischen Arten wachsen größtentheils auf Schutt oder an feuchten Stellen.

1. Gattung: Polygonum, Knöterich.

Die Blüthendecke fünftheilig, gefärbt, bleibend; die Einschnitte eirund, stumpf. Staubgefässe sechs bis neun, meist acht. Der Fruchtknoten dreieckig, mit drei Griffeln. Die Frucht (Caryopsis) dreieckig spitz, von der Blüthendecke unten umschlossen.

a) Gemeiner Buchweizen, P. Fagopyrum L.

Der Stengel aufrecht, oben ästig. Die Blüthendecke weiß. Der Samen dreieckig, glatt; die Ecken ganz gleich.

Der Buchweizen wird in Europa bis zum 72° n. Br. bei einer mittleren Sommertemperatur von kaum 10° C. und zwar stets als Sommerfrucht gebaut, dringt also nebst der Gerste am weitesten nach Norden. Hiezu befähigt ihn seine kurze Vegetationsperiode, welche höchstens 100 Tage beträgt. Seine Heimath ist wahrscheinlich nördlich vom asiatischen Hochlande (in Sibirien und der Tartarei), aus welcher er durch die Kreuzzüge nach Europa gebracht wurde. Er verträgt von allen Kulturpflanzen den trockensten Boden, wegen seiner vielen, großen, schattengebenden Blätter, auf gutem, gedüngtem Lande dagegen treibt er zu stark ins Stroh und gibt weniger Samen. Man säet ihn zu Ende Mai, wenn keine Fröste mehr zu fürchten, oder in warmen Gegenden als zweite Frucht im Juli. Die Saat beträgt 1—2 Metzen per Joch (= gleichviel Hektoliter per Hektar, = $^4/_9$—$^8/_9$ Scheffel preuß. per Morgen), der Ertrag ist etwas unsicher, besonders in nassen Jahren, und schwankt zwischen 10—40 Metzen österr. (= 10—42 Hektoliter, = $4^1/_2$—15 Scheffel preuß.).

b) Tartarischer Buchweizen, P. tartaricum L.

Der Stengel aufrecht, etwas behaart. Die Blüthendecke grün, sehr klein. Der Samen dreieckig, zugespitzt, rauh. Die Ecken ungleich gezahnt.

Er ist ebenfalls Sommerfrucht, wird aber nur selten gebaut, da er geringeres Mehl liefert und nur durch sein sicheres Gedeihen sich empfiehlt. Er paßt daher mehr für höhere Gebirgsgegenden; im Uebrigen ist die Kultur dieselbe wie bei voriger Art. Als seine Heimath ist mit Sicherheit Sibirien und die Tartarei bekannt.

c) Großer Buchweizen, P. emarginatum Roth.

Stengel aufrecht, glatt. Blüthendecke weiß. Samen dreieckig, glatt, an der Spitze abgestumpft, die Ecken dünn geflügelt. Er ist ebenfalls Sommerfrucht, wird aber noch seltner als der vorige angebaut, mit dem er die gleiche Heimath und Kultur hat.

§. 132.

II. Klasse. Hülsengewächse.

Aus der Familie der Hülsengewächse (Leguminosae) sind hier nur die Schmetterlingsblüthigen (Papilionaceae) aufzuführen.

Es sind Kräuter, Sträucher oder Bäume mit zerstreutstehenden, meist zusammengesetzten Blättern und seitlichen Nebenblättchen. Die Blüthen sind meist Zwitter, in Trauben, Aehren oder Köpfchen, selten einzeln stehend. Der Kelch ist einblätterig, fünftheilig, mit gewöhnlich ungleichen Lappen. Die Krone besteht aus fünf ungleichen Blumenblättern, wovon eines nach oben stehend und größer, die andern umhüllt (die Fahne, vexillum), zwei seitliche, die Flügel (alae) und zwei untere, mehr oder minder mit einander verwachsene das Schiffchen (carina) bilden. Die Staubfäden, zehn an der Zahl, sind selten frei, oder zu einer Röhre verwachsen, meist die neun unteren zu einer Rinne verschmolzen, der zehnte frei. Der Fruchtknoten ist gewöhnlich länglich, ungleichseitig, einfächerig und enthält ein oder mehrere an seiner innern Nath befestigte Eier. Der Griffel einfach, endständig, endigt in eine einfache Narbe. Die Frucht ist eine meist trockene, zweiklappige, ein- selten zweifächerige Hülse, Legumen, selten durch Querscheidewände in einsamige Fächer getheilt (Gliedhülse, lomentum). Die Samen sind eiweißlos, haben einen randständigen Nabel und gekrümmten Embryo.

Diese schöne, artenreiche, durch den Bau der Blüthe und Frucht so bestimmt begränzte Pflanzengruppe ist über die ganze Erde verbreitet: in der kälteren Zone meist krautartig, südlicher strauchartig bildet sie in den Tropen mächtige Bäume.

Die kultivirten Arten zeichnen sich, besonders im Vergleich zu den Gräsern aus: durch eine längere stärkere, tiefer dringende Wurzel, durch welche sie Nahrung und Feuchtigkeit auch aus dem Untergrunde aufnehmen, daher der Trockenheit besser widerstehen und die obern Schichten nicht so sehr erschöpfen, im Gegentheil ihn durch ihre vielen Rückstände bereichern und aufschließen; durch größern Blattreichthum, wodurch sie den Boden besser beschatten, feucht erhalten, das Unkraut unterdrücken und mehr Stoffe aus der Atmosphäre aufnehmen; durch das Vorherrschen von Kalk in ihrer Asche und von Pflanzen-Casein (Legumin) in ihren Samen, das zu seiner Bildung Schwefel erfordert, weßhalb auch die Hülsenfrüchte auf einem kalk- (resp. gyps-) haltigen Boden oder bei Gypsdüngung viel besser gedeihen. Ihr hoher Nahrungswerth ergibt sich aus ihrem Reichthum an blutbildenden Bestandtheilen.

§. 133.

1. Gattung: Erbse. Pisum.

Der Kelch fünfspaltig. Die Staubfäden zweibrüderig. Der Griffel gegen die Spitze an der obern Seite bartig. Die Hülse einfächerig, mehrsamig. Die Blätter haarig gefiedert. Die Samen rundlich. Die zahlreichen kultivirten Varietäten vertheilen sich auf zwei häufig verwechselte Arten:

a) Die Ackererbse, P. arvense L.

Die Blattstiele vierblätterig, die Blattansätze eiförmig gezahnt. Die Blüthenstiele ein- (bis zwei-) blüthig. Die Samen stumpfkantig. Die Blüthe violett und roth. Die Samen graugrünlich, braunpunktirt.

Varietäten:

Die graue Erbse, mit größern, dichtstehenden Samen.

Die Zuckerschefe, mit plattgedrückten, eßbaren Hülsen und entfernt stehenden Samen.

b) Die Gartenerbse, P. sativum L.

Die Blattstiele sechsblätterig, die Blüthenstiele zwei- bis mehrblüthig. Die Samen kuglig, gelblich oder grünlich. Die Blüthe weiß.

Abarten:

Die Zuckererbse, mit großen, platten, weichen, eßbaren Hülsen, größer und später reifend als die Zwergzuckererbse.

Die Kronerbse, mit vielen, doldenförmig gestellten Blüthen und fast stielrunden Hülsen.

Beide Arten sind einjährig und werden in ganz Europa bis zum 58° n. Br. kultivirt; am Nordabhang der Alpen gedeihen sie bis 3000'. Die Ackererbse findet sich im südlichen Europa von Südspanien bis Südrußland wild, die Gartenerbse in der Krimm (nach Bieberstein) und wahrscheinlich auch anderwärts.

Die Erbsen gedeihen am besten auf lockerem, humusreichem, kalk- (gyps-) haltigem Boden, einen nassen, moorigen vertragen sie durchaus nicht und bei frischer Düngung erzeugen sie viel Stroh, aber wenig Samen. Sie werden so frühzeitig als möglich gesäet, besonders auf sandigem, trockenem Boden, durchschnittlich 2 Metzen per Joch und geben 12—36 Metzen Ernte, im Durchschnitt nach Schwerz 13, nach Hlubeck 21 Metzen (oder 14 und 22 Hektoliter, oder

$6^1/_3$—$9^2/_3$ Scheffel preuß.), an Stroh im Mittel 30 Centner per Joch (oder 3000 Kilogr. per Hektar, oder $16^1/_2$ Cent. per Morgen).

2. Gattung: die Platterbse, Lathyrus.

Der Kelch fünfspaltig. Der Griffel auf der Oberseite geebnet, unterhalb der Narbe behaart. Die Hülse einfächerig, zwei- bis vielsamig. Die Blätter ungleich gefiedert.

Gemeine Platterbse, L. sativus L.

Die Blüthenstiele einblüthig, die Blattstiele zweiblätterig, die Blättchen linien-lanzettförmig, die Hülsen länglich-elliptisch, plattgedrückt, glatt, am obern Rande zweiflügelig, die Samen eckig, glatt. Die Blüthen blau, roth oder weiß.

Sie ist ebenfalls einjährig und stimmt in der Kultur ganz mit den Erbsen überein, wird aber wegen der geringern Quantität und Qualität der Körner selten, mehr als Futterpflanze gebaut. Sie wächst im südlichen Europa wild und kömmt auch bei uns hie und da auf Feldern (verwildert?) vor.

§. 134.

3. Gattung: Wicke. Vicia.

Der Kelch fünfspaltig. Der Griffel fadenförmig, oben rundum behaart, oder bloß an der untern Seite bartig. Die Hülse einfächerig, zwei- bis vielsamig. Der Nabel des Samens vor der Reife von einem Samenmantel bedeckt. Die Blätter gefiedert.

a) Pferd- oder Saubohne, V. Faba L.

Der Griffel bloß unterseits bartig. Die kurzstieligen weißen und schwarz getupften Blüthen stehen zu vier bis sechs in achselständigen, verkürzten Trauben. Die obern Blätter einpaarig-gefiedert, in einen Weichstachel endigend. Die Hülse groß, aufgetrieben, lederartig. Die Samen etwas plattgedrückt länglich.

Varietäten:

Die Pferdbohne, mit kleinern, braunen, dünnschaligen Samen.

Die Saubohne, mit größern, platten, gelblichen oder röthlichen oder gefleckten Samen.

Die Windsorbohne, mit gekrümmten Hülsen.

Die Zwergbohne.

Diese Art gehört zu den schon in ältester Zeit kultivirten Pflanzen,

denn man findet die Samen in den ägyptischen Mumiengräbern. In Europa gedeiht sie überall wo noch Sommerweizen gebaut wird, auch in den Alpen ist sie sehr verbreitet und steigt an ihrem nördlichen Abhange bis 3400′.

Unter den Hülsenfrüchten verträgt sie den bündigsten Boden, die stärkste frische Düngung und gedeihet dabei, besonders in feuchter Atmosphäre, am besten.

Die Saat muß möglichst zeitig im Frühling bestellt werden, entweder in Reihen von 18—24″ Distanz oder breitwürfig; im ersten Falle beträgt das Saatquantum 1—1⅔ Metzen, im letztern 2½—3 Metzen Pferde- oder 5—6 Metzen Saubohnen per Joch österreichische, oder ebensoviel Hektoliter per Hektar oder fast die Hälfte preußische Scheffel per Morgen.

Der Ertrag wechselt von 10—40 Metzen bei Pferde- und von 15—60 Metzen bei Saubohnen — im Durchschnitt 30 Metzen per Joch (= 28 Hektoliter per Hektar = 12½ Scheffel per Morgen); der Strohertrag ist etwas geringer als bei den Erbsen, aber das Futter fast ohne Werth.

b) Gemeine Wicke, Vicia sativa L.

Die Blüthen sehr kurzgestielt, je 2 in den Blattwinkeln stehend, groß, blau und roth; an jedem Blattstiele 10—12 an der Spitze abgestutzte Blättchen. Die Kelchzähne so lang wie die Kelchröhre, die Hülsen länglich, behaart, die Samen fast kugelrund, grau. Die ganze Pflanze 1½—2′ hoch, behaart. Einjährig.

Sie variirt mit hellern oder dunkleren Samen.

Sie findet sich wild im südlichen Europa, in Algier, am Kaukasus, bei uns auf Saatfeldern wahrscheinlich nur verwildert, am Nordrande der Alpen bis 3000′. Sie wird, als Futterpflanze, ebenso allgemein kultivirt wie die vorigen; und stimmt im Anbau mit den Erbsen überein, nur gedeiht sie auf feuchtern Bodenarten besser als diese. Man säet, gewöhnlich mit etwas Haber untermischt 1½—2 Metzen (oder gleich viel Hektoliter oder ⅔—⁸⁄₉ Scheffel preußisch) und erntet 15—20 Metzen per Joch (= 16—21 Hektoliter per Hektar, = 7—9 Scheffel per Morgen preußisch). Der Strohertrag ist um ⅙ geringer als bei den Erbsen.

c) Schwarze Wicke. V. hirsuta Koch (Ervum — L.)

Griffel oben gleichmäßig behaart, Blüthenstiele 2—6 blüthig,

fast so lang wie die 10—12blättrigen, in eine Ranke endigenden Blattstiele. Hülsen länglich, behaart, zweisamig. Die Blüthen klein, weiß-violett.

Sie wird hie und da als Futterpflanze gebaut und wächst bei uns auf Feldern und Grasplätzen wild. Einjährig.

Ebenso d) die einblüthige Wicke (Vicia monantha Koch, Ervum monanthum L.), welche einblüthige Blüthen, 12—14blättrige Blattstiele, dreimal größere Blüthen und 2—3 schwarze, linsenförmige Samen in einer breitern Hülse hat.

§. 135.

4. Gattung: Linse. Ervum.

Der Kelch fünfspaltig. Der Griffel fadenförmig, an der Oberseite gegen die Spitze behaart, an der untern glatt. Die Hülse einfächrig, ein bis mehrsamig.

Gemeine Linse, E. Lens L.

Die Blüthenstiele 1—3blüthig, die Blattstiele meist 8blättrig in eine fast einfache Ranke geendigt. Der Kelch fast so lang wie die röthliche oder violette Blumenkrone. Die Hülsen kurz, breit, fast abgestutzt, zweisamig.

Varietäten: Die kleine oder Feldlinse, mit braunen oder lichtgelben und die große oder Pfenniglinse mit 2—3mal größern Samen.

Die Linse war im ganzen Alterthum kultivirt (Jakobs Linsengericht!) und wird in Europa bis über den 60° n. B., am reichlichsten in Böhmen angetroffen; bei diesem ausgedehnten Anbau läßt sich daher nicht entscheiden, ob die da und dort auf Feldern wachsenden Individuen wild oder bloß verwildert seyen.

Man baut sie mit Vortheil nur im feuchten Klima auf trocknem Boden oder im trocknem Klima auf feuchtem oder gedüngtem Boden. Sie werden, da sie eine ziemliche Winterkälte aushalten, meist schon im Herbst, mit oder neben dem Wintergetreide, oder im Frühjahr sehr zeitig gesäet, 2—2½ Metzen per Joch (oder Hektoliter per Hektar oder $^8/_9$—$^{10}/_9$ Scheffel per Morgen.

Der Ertrag ist 16—20 Metzen (resp. Hektoliter oder 7—9 Scheffel preußisch) und an Stroh nahezu so viel wie bei den Erbsen.

§. 136.

5. Gattung: Bohne. Phaseolus.

Der Kelch zweilippig, die obere Lippe ausgerandet, die untere dreizähnig. Die Fahne der Krone zurückgeschlagen, die Flügel mit langem Nagel, das Schiffchen mit den einbrüderigen Staubgefäßen schneckenförmig gewunden. Der Griffel oben bartig. Die Hülse zweiklappig, durch lockeres Zwischengewebe gefächert, mehrsamig. Einjährig.

Gemeine Bohne, Ph. vulgaris L.

Die Blattstiele dreiblättrig, die Blättchen eiförmig, zugespitzt. Die Blüthen in kurzen, armblüthigen Trauben stehend, weiß oder blaßlila. Die Hülse hängend, ziemlich gerade.

Man unterscheidet Spielarten mit windendem und mit niedrig bleibendem Stengel, mit rundlichen, elliptischen, nierenförmigen Samen von weißer, gelber, brauner, dunkelblauer, schwarzer oder gemischter Farbe, dünner oder dicker Haut.

Im Großen werden nur die nichtwindenden Zwergbohnen gebaut, und zwar wegen ihrer nur 3 Monate dauernden Vegetationsperiode bis über den 60^0 n. B., in den nördlichen Alpen bis gegen 3000′. Sie wurden ebenfalls schon im Alterthum kultivirt und stammen wahrscheinlich aus Ostindien.

Die Faseole fordert einen trockenen humusreichen Boden, auf feuchtem Lehmboden mißräth sie; die Aussaat darf erst stattfinden, wenn keine Fröste mehr zu fürchten sind (Ende April, Mai), entweder selbstständig oder als Zwischenfrucht unter Mais, Kartoffeln 2c., im erstern Fall rechnet man $\frac{1}{2}$—1 Metzen per Joch (= $\frac{2}{9}$—$\frac{4}{9}$ Scheffel per Morgen preußisch), im letztern die Hälfte.

Der Ertrag hängt sehr von der weiteren Pflege (Behacken, Behäufeln) ab und beträgt als Zwischenfrucht 6—12 Metzen per Joch (= gleichviel Hektol. per Hektar, = $2\frac{2}{3}$—$15\frac{1}{3}$ Scheffel per Morgen preußisch), bei selbstständiger Kultur das Doppelte bis Dreifache.

§. 137.

III. Klasse. Futterpflanzen.

A. Aus der Familie der Hülsenfrüchte:

Der Klee, Trifolium.

Der Kelch fünfspaltig. Die Staubgefässe zweibrüderig. Der Griffel glatt. Die Hülse eiförmig, 1—2samig, von dem stehenbleibenden Kelche, zum Theil auch von der vertrockneten Blumenkrone eingeschlossen, selten aufspringend. Die Blätter gedreit.[1] Alle hieher gehörigen Arten sind gute Futterkräuter, zum Anbau eignet sich jedoch nur:

Der Wiesenklee, Tr. pratense L.

Die Blüthenähren kuglich, später eiförmig, einzeln oder zu zweien, am Grunde mit einem Hüllblatte versehen; der Kelch behaart, kürzer als die halbe Blumenkrone, mit fadenförmigen gewimperten Zähnen. Die Blättchen oval fast ganzrandig, behaart, die Nebenblättchen eiförmig, an der Spitze gegrannt. Die Stengel rundlich, aufsteigend.

Die als „spanischer Klee" kultivirte Abart zeichnet sich durch einen höhern, meist hohlen Stengel und öfters gestielte Blüthenköpfchen aus.

Der gemeine Klee wächst in ganz Europa auf Wiesen wild, nach Nordamerika wurde er erst im vorigen Jahrhundert gebracht und ist nun dort ebenso allgemein verbreitet wie bei uns; auch auf den Alpenwiesen findet er sich häufig bis über 7000′, wird aber nur kultivirt soweit der Getreidebau reicht.

Diese sowie die folgenden ausdauernden Kleearten zeichnen sich als Futterpflanzen aus: durch ihre tief in den Boden dringenden Wurzeln, wodurch ihr Gedeihen weniger von Witterungseinflüssen abhängig ist; durch den großen Blattreichthum, der eine reichliche Aufnahme atmosphärischer Bestandtheile, Beschattung des Bodens und Unterdrückung des Unkrauts bedingt; durch ihr Gedeihen in fast jeder Bodenart, wenn die passende Art gewählt wird; durch ihren Nahrungswerth im grünen wie im trockenen Zustande, der den des Grases und Heues der Wiesen übertrifft; durch ihre reichlichen Rückstände, welche den Humusgehalt des Bodens vermehren.

Ihr Anbau fordert im Allgemeinen einen von Unkraut reinen, tiefgelockerten und tiefgründigen Boden.

Der rothe Klee insbesondere fordert ein mehr feuchtes, kühles Klima und gedeiht am besten auf mürbem, kräftigem Thon- oder Lehmboden besonders bei einigem Kalkgehalt und trockener Unterlage; auf lockerem, sandigem Boden gedeiht er nur bei gleichzeitiger

[1] Der Blüthenstand ein Köpfchen oder eine Aehre.

Feuchtigkeit des Bodens oder der Atmosphäre. Düngung mit Gyps oder Asche, mit Jauche oder Compost beim Austreiben der Sprossen fördert das Wachsthum ungemein.

Er wird gewöhnlich nach einer stark gedüngten Brachfrucht unter eine halmtragende Ueberfrucht (Winter- oder Sommergetreide) im ersten Frühling gesäet, wozu 20—30 Pfund Samen per Joch österreichisch (= fast gleichviel Kilogramm per Hektar = 11—16 Scheffel per Morgen preußisch) nöthig. Der Ertrag ist 60—100 Centner Heu (oder 5849—9740 Kilogramm, oder 32—53 Centner per Morgen preußisch) und 2—3 Centner Samen, der gewöhnlich beim zweiten Schnitte gewonnen wird. Er dauert höchstens drei Jahre aus.

§. 138.

Luzerne.

Der Schneckenklee, Medicago.

Der Kelch glockenförmig-cylindrisch, fünfspaltig. Die Staubgefäße zweibrüdrig. Der Fruchtknoten mit der Staubfadenröhre aufwärts gebogen. Die Hülse einfächerig sichel- oder kreiselförmig, ein bis mehrsamig. Die Blätter gedreit.

Der gemeine Schneckenklee, Luzerne, M. sativa.

Die Blüthentrauben vielblüthig, die Hülsen schneckenförmig zusammengedreht, fein netzaderig. Die Blättchen elliptisch oder verkehrt eiförmig, nach oben scharf gezähnelt. Die Blumen ziemlich groß, violett.

Die Luzerne wird gegenwärtig vorzüglich in Mitteleuropa kultivirt, im südlichen jetzt viel spärlicher als im Alterthum. Obwohl sie bei uns allenthalben auf Wiesen wie wild wächst, so scheint sie doch ursprünglich aus Mittelasien eingewandert zu seyn.

Sie fordert ein etwas wärmeres Klima als der Rothklee und erträgt sogar eine heiße, trockene Witterung gut. Da sie im zweiten Jahre schon eine fast 3 Fuß lange Wurzel hat, so braucht sie einen tiefen, lockern und besonders gypshaltigen Sandboden mit trockener Unterlage, wenn sie viele (15—20) Jahre ausdauern soll. Um reiche Ernten zu erhalten, ist alljährlich Uebereggen zur Entfernung des Unkrauts und Ueberdüngen mit Gyps, Gülle oder Composterde nothwendig. Man säet sie gewöhnlich mit einer Sommerfrucht zum Schutz der jungen Pflänzchen, wenn kein starker Frost mehr

zu fürchten und braucht hiezu 20—30 Pfund per Joch (oder Kilogramm per Hektar). Bei einem 3—4maligem Schnitt erhält man durchschnittlich 120 Centner Heu (oder 11650 Kilogramm per Hektar, oder 64 Centner per Morgen.)

Die übrigen Schneckenkleearten sind ebenfalls schätzbare Wiesenpflanzen (M. falcata, lupulina etc.) werden aber nicht angebaut.

§. 139.

Esparsette, Esper, Onobrychis (Hedysarum L.)

Der Kelch fünfspaltig. Das Schiffchen schief abgestutzt. Die Staubgefäße zweibrüderig. Die Gliedhülse eingliederig (bei Hedysarum vielgliederig), nicht aufspringend, einsamig, plattgedrückt, netzförmig-geadert und stachelig-gezähnelt.

Gemeine Esparsette, Süßklee, O. sativa Lam. (Hedysarum Onobrychis L.)

Stengel zu 2—3 aus der Wurzel aufrecht ansteigend. Blätter gefiedert, die Blättchen zahlreich, lanzettlich. Die Blüthen rothstreifig, eine lange Aehre auf langem blattlosem Stiele bildend. Die Hülse kaum länger als der Kelch, enthält einen nierenförmigen Samen.

Die Esparsette kommt bis zum 67° n. B., fort, auf den Alpen geht sie bis 5000′. Sie wächst in Deutschland, Frankreich, Italien wild, ebenso auf den Alpen (bis 6000′).

Auf magerem, sandigem, trockenem, kalkhaltigem Boden gedeiht sie besser als jede andere Futterpflanze. Sie hat ebenfalls tiefdringende Wurzeln, ist aber gegen Kälte weniger empfindlich als die Luzerne. Der Anbau, die Bearbeitung des Bodens und die weitere Pflege ist wie bei den vorigen Kleearten.

Man säet möglichst frühzeitig 4—6 Metzen per Joch (oder gleichviel Hektoliter per Hektar, oder 1⅔—2⅔ Scheffel per Morgen) und erntet in 2—3 Schnitten 20—40 Centner Heu (oder 1950—3900 per Hektar oder 10½—21 Cent. per Morgen preußisch).

Unter günstigen Verhältnissen dauert sie 8—12 und mehr Jahre aus.

Hie und da wird ebenso angebaut die taurische Esper (Onobrychis taurica) und in Italien der rothe Hahnenkamm (Hedysarum coronarium).

§. 140.

IV. Klasse. Wurzel- und Knollenpflanzen.

Familie der Nachtschattenartigen, Solaneae.

Kräuter, Sträucher, selbst baumartige Gewächse.

Die Blätter sind einfach oder zerschnitten, zerstreut stehend. Die oft sehr großen Blüthen sind verschieden gestellt, haben einen einblättrigen, bleibenden, fünfspaltigen Kelch, eine einfache, meist regelmäßige, fünflappige Blumenkrone (in der Knospenlage gefaltet), fünf meist freie Staubgefäße, einen 2, selten 3—4fächerigen Fruchtknoten, mit vielsamigen Fächern, einen einfachen Griffel mit zweilappiger Narbe. Die Frucht ist eine 2—4fächerige, vielsamige, aufspringende Kapsel oder eine 2—3fächerige Beere. Die Samen enthalten in einem fleischigen Eiweißkörper einen mehr oder minder gekrümmten Embryo.

Die zahlreichsten und schönsten Solaneen wachsen in den Tropenländern, besonders Amerikas, gegen Norden nimmt die Zahl derselben rasch ab. Viele enthalten in Blatt und Frucht heftig wirkende Alkaloide (Belladonna, Datura, Nicotiana, Hyoscyamus etc.), andere sind durch Frucht oder Knollen höchst wichtige Nahrungsmittel.

Nachtschatten, Solanum.

Der Kelch fünfspaltig. Die Krone radförmig, mit gefaltetem fünflappigem Saume. Die Staubfäden auf dem Grunde der Krone aufsitzend, die Staubbeutel zusammengeneigt, nur an der Spitze mit 2 Löchern aufspringend. Die Frucht ist eine rundliche, 2fächerige vielsamige Beere, viel größer als der Kelch.

§. 141.

Die Kartoffel. S. tuberosum L.

Die unterirdischen Zweige mit Knollen besetzt, der Stengel eckig, die Blätter unterbrochen gefiedert, die Blüthen stehen in Trugdolden, haben eine 5eckige Krone.

Die zahlreichen Varietäten theilen sich in früh- und spätreifende, deren Knollen sich wieder in Form (runde, ovale, walzige, höckrige &c.) und Farbe der Schale und des Innern (weiße, gelbe, rothe, braune, schwarze, bunte) unterscheiden.

Die Kartoffel reicht bis an die Grenze des Getreidebaues

71° n. B., in den Alpen bis zu 5000, stellenweise sogar 6000'. Bei der Entdeckung Amerika's fand man sie in allen gemäßigten Regionen von Chili bis Neugranada kultivirt; gegen Ende des 16. Jahrhunderts wurde sie von den Spaniern nach Südeuropa, später von den Engländern (Raleigh) nach Irland verpflanzt; in Deutschland wird sie erst seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts im Großen gebaut, nachdem wiederholte Mißjahre ihren Werth, besonders beim Fehlschlagen der Getreidefrüchte, fühlbar gemacht hatten. Ihre ursprüngliche Heimath sind die steilen Küstenabhänge von Chili (bei Valparaiso).

Unter allen Wurzel- und Knollengewächsen ist die Kartoffel mit dem Boden am genügsamsten; am besten gedeiht sie aber auf einem warmen, lockeren und nur mäßig feuchten Sandboden. Frischen, animalischen Dünger verträgt sie nicht gut, sondern am besten einen mehr zersetzten, lockernden, aus Pflanzenabfällen bestehenden Dünger.

Die Saat wird bestellt, wenn keine Fröste für die junge Pflanze mehr zu besorgen, indem man gewöhnlich die kleineren Knollen ganz, die großen in 2—3 Stücken zerschnitten in Reihen von 2' Entfernung legt. Der Bedarf hiezu ist 20 Metzen per Joch (oder 21 Hektoliter per Hektar, 9 Scheffel per Morgen); der Ertrag wechselt von 150—500 Metzen, im Mittel gegen 300 Metzen (oder 280 Hektoliter oder 125 Scheffel preußisch).

In Folge des Anbaues einer so reichlichen, wenn auch für sich ungenügende Nahrung liefernden Pflanze hat sich in manchen Gegenden die Zahl der Bewohner vervierfacht.[1]

[1] Neulich hat Schacht mit bekannter mikroskopischer Gewandtheit bei einer Fragestellung, die zu wünschen übrig ließ, die Kartoffelpflanze und ihre Krankheit monographisch bearbeitet. Wir fügen aus seinen Schlüssen, unter Verweisung auf unsere Analysen (siehe oben) und unter Zusätzen noch Folgendes bei.

Es ist unrichtig, daß die Kartoffelknolle nur bei Abschluß des Lichtes keime. Ist Feuchtigkeit der Atmosphäre und Wärme genug vorhanden, so keimt die erste Kartoffelknospe (an jedem Aug sind mehrere Knospen) auch im Licht, aber sie entwickelt nur kurze, violett gefärbte, mit knolliger Anschwellung versehene Keime. Es bilden auch häufig die oberirdischen grünen Stengel bei mehreren Sorten in den Blattwinkeln Knollen mit Augen und einer stark beblätterten Endknospe (z. B. Rohankartoffeln). Jene kurzen Keime haben an der Basis nur kleine Wurzelansätze, die manchmal auch in ziemlich trockener Zimmerluft sich verlängern, aber dicht an der Epidermis aufliegend.

Die Reserveknospen des Auges treiben erst, wenn die Hauptknospe desselben

§. 142.

Topinambour.

Familie der Zusammengesetzt-Blüthigen, Compositae.

Eine sehr natürlich begrenzte Pflanzengruppe, welche Kräuter und Sträucher mit Annäherung zur Baumgestalt umfaßt. Die meist kleinen Blüthen sind zu kugligen, halbkugligen oder länglichen Köpfchen vereinigt. Jedes der letztern besteht aus einem gemeinschaftlichen, dicken Blüthenboden, aus einer das Köpfchen umgebenden, von Schuppen gebildeten gemeinschaftlichen Hülle und aus Blüthen von zweierlei Art.

Die einen haben nämlich eine einblättrige, regelmäßig trichterförmige, fünflappige Blumenkrone (Ganzblümchen, Scheibenblüthen), die andern haben eine unregelmäßige, zungenförmig nach der einen Seite ausgezogene Krone (Halbblümchen, Zungenblüthen). Entweder besteht das Köpfchen bloß aus den ersteren (Cynarocephalae, distelblüthige) oder bloß aus letzteren (Cichoriaceae, zungen-cichorienblüthige) oder es stehen in der Mitte Ganzblümchen, die von einer oder mehreren Reihen Halbblümchen umgeben sind (Corymbiferae, Körbchenblüthige). Der Kelch jedes Blüthchens ist mit dem Fruchtknoten verwachsen, seine Mündung ist ganzrandig oder von Schuppen oder Haaren gebildet; die 5 Staubgefäße mit ihren Fäden frei, mit ihren Staubbeuteln aber zu einer Röhre verwachsen, durch welche der einfache, in eine zweitheilige Narbe auslaufende Griffel geht. Die Frucht ist eine sitzende oder gestielte, nackte oder vom schuppen- oder haarförmigen Kelchrande gekrönte, einsamige Schließfrucht (Achaenium). Der Samen steht aufrecht und enthält einen eiweißlichen Embryo.

Von allen Familien ist die der Compositen die artenreichste, sowohl im Ganzen als in den Floren der einzelnen Länder, mit Ausnahme der nördlichen Zone, wo die Gräser und Seggen das Uebergewicht behaupten. Daher läßt sich auch über ihre chemischen Eigenthümlichkeiten und ihre klimatischen Bedingungen nichts Gemeinsames

abgebrochen oder überhaupt zerstört ist, das Endauge, der Anheftungsstelle entgegengesetzt, treibt wieder stärker und früher als die übrigen. Die Kartoffeln sollen also beim Zertheilen behufs der Saat der Länge nach zerschnitten werden, vorausgesetzt, daß die Längenachse mit der Wachsthumsrichtung zusammenfällt. Die ersten Keime sind die stärksten, die späteren zwar häufiger, aber schwächer.

aufstellen. Eigenthümlich ist jedoch, daß bei ihnen das Stärkmehl nur in einer besondern Modifikation, als Inulin, auftritt.

Sonnenblume, Helianthus.

Die Randblüthen zungenförmig, einreihig, geschlechtslos. Die Scheibenblüthen regelmäßig, Zwitter. Die gemeinsame Hülle unregelmäßig-dachziegelförmig aus Schuppen gebildet. Der Blüthenboden mit länglichen, spitzen Spreublättchen besetzt. Die Schließfrucht seitlich zusammengedrückt oder fast vierkantig, von 2, selten 4 borstenförmigen Schüppchen gekrönt.

Knollige Sonnenblume, Erdbirn, Topinambour, H. tuberosus L.

Der Wurzelstock kriechend, längliche Knollen tragend. Die Blätter abwechselnd stehend, gestielt, rauh, gesägt.

Da ihre Knollen der Kartoffel an Güte weit nachstehen, so ist sie jetzt von dieser größtentheils verdrängt worden, verdient aber in so fern Berücksichtigung, als sie selbst auf magerem, geröllartigem Boden noch gut fortkömmt und gegen Kälte viel weniger empfindlich ist, als die Kartoffel. Wie diese wurde sie aus Amerika gebracht und zu Anfang des 17. Jahrhunderts in Europa kultivirt. Wild wachsend wurde sie in ihrer Heimath noch nicht angetroffen, daher es nicht entschieden, ob sie aus Peru, Brasilien, oder, nebst vielen Gattungsverwandten, aus Mexiko stammt. Ihre Kultur stimmt ziemlich mit der der Kartoffel überein.

Der Ertrag an Knollen steht auf nicht gar zu schlechtem Boden dem der Kartoffel nicht nach; dazu kommt noch der bedeutende Futtergewinn an Laubstängeln, welche trocken durchschnittlich 75 Centner per Hektar liefern.

§. 143.

Mangold (Runkel).

Familie der Meldenartigen. Chenopodeae.

Krautartige oder holzige Pflanzen mit wechselweise oder gegenüberstehenden Blättern ohne Nebenblätter. Die Blüthen sind klein, in ästigen Trauben oder zusammengehäuft in den Blattwinkeln stehend. Der einblättrige Kelch ist in 4—5 seichtere oder tiefere, bleibende Lappen getheilt. Blumenkrone fehlt. Die Staubgefässe 1—5 auf dem Kelchgrunde, dessen Lappen gegenüber befestigt. Der Fruchtknoten

ist frei, einfächerig, einsamig. Der Griffel meist 2–4theilig, mit pfriemenförmigen Narben endigend. Die Frucht ist eine Schließfrucht oder eine Beere. Der Samen enthält einen schmalen gekrümmten Embryo. Der Eiweißkörper in der Mitte oder gar nicht vorhanden.

Die Mehrzahl der Chenopodeen liebt salzhaltigen Boden und wächst daher vorzüglich an der Meeresküste, in den Steppen und Wüsten Asiens. Die Asche dieser war besonders früher, ehe man eine andere Gewinnungsart kannte, zur Sodafabrikation gesucht. Mehrere dienen als Gemüse (z. B. Atriplex, Spinacia), auch gehört hieher das peruvianische Reisgewächs (Chenopodium Quinoa L.) welches seiner grützeliefernden Samen wegen hie und da gebaut wird.

Mangold, Beta.

Die Blüthen sind Zwitter, sitzend, zu 2—4 gehäuft. Der Kelch über die Mitte fünfspaltig, auf einem ringförmigen Wulst desselben stehen 5 Staubgefäße. Der Fruchtknoten eiförmig mit 2—3 Griffeln an der Spitze. Das Nüßchen kugelig, von dem Kelche bedeckt, gewöhnlich zu 2—3 am Grunde verwachsen. Der Samen enthält einen das Eiweiß ringförmig umgebenden Embryo.

Gemeiner Mangold, Runkelrübe, B. vulgaris L.

Die Wurzel fleischig verdickt (bis 15 Pfund schwer), die Blüthen gedrängt stehend, die unteren Blätter eiförmig.

Varietäten: schlesische Runkelrübe, mit weißer, runder oder ovaler Wurzel. Burgunderrübe, mit weißer, walzenförmiger, herausstehender Wurzel. Citronengelbe Burgunderrübe, mit runder oder ovaler citrongelber Wurzel. Gemeine rothe Burgunderrübe, mit rothem Fleisch und Schale. Rothschalige Rübe, mit weißem Fleisch und rother Schale. Rothstreifige Rübe, mit weißem, rothgestreiftem Fleisch und rother Schale.

Der Mangold gedeiht bis zum 71° n. B., in den Alpen bis zu 5000′, am besten da wo er trockenen Boden und feuchte Atmosphäre findet. Er wächst wild mit spindelförmiger Wurzel von geringem Umfang auf den canarischen Inseln, den Ländern um das Mittelmeer und in Persien. Da die Wurzel 2′ tief dringt, so muß auch der Boden entsprechend tiefgründig und humusreich seyn; frische Düngung ist nur räthlich, wenn man sie als Futterpflanze baut, weil dadurch der Zuckergehalt vermindert wird. Die Saat wird bestellt,

wenn keine starken Fröste mehr zu fürchten sind, gewöhnlich unmittelbar durch Samen, nur bei später Bestellung durch Versetzen junger Pflänzchen. Der Bedarf beträgt beim Legen mit der Hand 3—4 Pfund, mit einer Säemaschine 6—9 Pfund per Joch (oder fast gleichviel Kilogramm per Hektar, oder die Hälfte preußische Pfund per Morgen). Der Ertrag durchschnittlich bei der schlesischen Runkelrübe 300 Centner, bei der Burgunderrübe 400 Centner per Joch (oder 39,000 Kilogramm per Hektar, oder 212 Centner per Morgen preußisch).

Eine zweite Art, B. Cicla, wird bloß in Gärten der Blätter halber gezogen, die als Gemüse dienen.

§. 144.

Kohl.

Familie der Kreuzblüthigen, Cruciferae.

Kräuter, selten strauchartige Pflanzen mit zerstreutstehenden Blättern. Die Blüthen stehen in Aehren, Trauben oder Rispen. Ihr Kelch ist 4blätterig, hinfällig, die Krone besteht ebenfalls aus 4 kreuzweise gestellten, gestielten Blumenblättern. Von den 6 Staubgefäßen sind 4 länger, paarweise gestellt, 2 kürzer, diesen gegenüberstehend; zwischen ihren Ansatzstellen auf dem Blüthenboden findet man 2 oder 4 Drüsen. Der Fruchtknoten enthält ein oder mehrere randständige Eier und ist durch eine an diesen Rändern ausgespannte Scheidewand in 2 Fächer getheilt. Der Griffel ist kurz oder fehlt, die Narbe zweilappig. Die Frucht ist meist eine 2fächerige, 2klappige, wenig- oder vielsamige Schote (Siliqua), oder ein Schötchen (Silicula). Die Samen sitzen an den Rändern der dünnhäutigen Scheidewand und enthalten kein Eiweiß, sondern bloß einen verschieden gekrümmten Embryo.

Der Hauptverbreitungsbezirk der Cruciferen ist die gemäßigte Zone, gegen Süden nehmen sie stetig ab, so daß sie gegen den Aequator zu äußerst selten werden. Sie zeichnen sich alle durch einen Gehalt an scharfen, schwefelhaltigen, ätherischen Oelen aus, einige liefern als Scharbockmittel gerühmte Gemüse (verschiedene Kressearten, Meerrettig), andere ölige Samen, noch andere bieten in ihren durch Kultur monströs gebildeten Wurzel-, Stengel-, Blatt- oder Blüthentheilen vorwaltend stickstofflose Nahrungsstoffe (Zucker,

Dextrin, Stärkmehl) nebst reichlichem Wassergehalt (über $^3/_4$ des Gewichts).

Kohl, Brassica.

Die Staubfäden frei, ungezähnelt. Die Schote leierförmig oder länglich, ihre Klappen gewölbt, mit geradem Mittelnerv, öfters aderig. Die Samen kugelig, in jedem Fache einreihig.

Die äußerst mannigfaltigen, im äußeren Ansehen so vielgestaltigen Varietäten sind auf wenige Arten zurückzuführen.

a) Gartenkohl, Br. oleracea.

Die Blätter graugrün, die untern leierförmig, gestielt, die obern länglich, sitzend; die Blüthentrauben schon vor dem Aufblühen verlängert, locker, der Kelch aufrecht, geschlossen, die Staubgefäße sämmtlich aufrecht.

Im Großen werden angebaut:

Der Feldkohlrabi (Br. oler. gongylodes oblonga), dessen Stengel über dem Boden stark angeschwollen, die Blätter nicht zu einem Kopfe geschlossen sind.

Das Kopfkraut (Br. ol. capitata), mit dicht aufeinander liegenden, einen Kopf (d. h. eine große Knospe) bildenden Blättern.

Die Kohlarten überhaupt gedeihen in bündigem, Feuchtigkeit haltendem, frischgedüngtem Boden am besten, auf Sandboden nur in einem feuchten Klima; ihre Verbreitung ist so ausgedehnt, wie die der Runkelrübe. Die Urform des Gartenkohls findet sich wild an den Küsten Englands und des nördlichen Frankreichs. Beide Varietäten werden im März oder April in Mistbeeten aufgezogen und Ende Mai oder im Juni ins Freie verpflanzt.

Der Ertrag belauft sich auf 400—600 Centner per Joch (oder 39—58,000 Kilogramm, oder 212—318 Centner preußisch), mit 76 Procent Wassergehalt.

b) Rübenkohl, Br. Rapa.

Die ersten Blätter grasgrün, die folgenden graugrün, die unteren leierförmig, die oberen ungetheilt; die Blüthentrauben während des Aufblühens flach, so daß die offenen Blumen höher stehen, als die darauf folgenden sehr genährten Blüthenknospen; der Kelch wagrecht ausgebreitet, die kürzeren Staubgefäße abstehend.

Varietäten: 1) mit fleischig verdickter Wurzel:

Die weiße Rübe, welche mannigfach variirt, je nach Größe,

Form (spindel-, röhren-, eiförmig, rund oder flach gedrückt) und Farbe der Schale (weiß oder gelb, zuweilen oben grün oder roth) und des Fleisches (weiß oder gelb). Sie ist zweijährig.

2) Mit dünner, faseriger Wurzel:

Rübenreps, Rübsen (Br. Rapa oleifera), ein oder zweijährig; wird später unter den Oelpflanzen Erwähnung finden.

Die Kultur der weißen Rübe reicht bis zum 71° n. B., auf der nördlichen Abdachung der Alpen bis 3500′, in den Centralalpen bis 6400′. Die Stammform mit dünner Wurzel (2) findet sich bei uns häufig auf Feldern, aber wohl nur verwildert; dagegen ist sie in Schweden und in Rußland von der Ostsee bis zum Kaukasus verbreitet.

Trockener Boden und feuchtes Klima, wie man es besonders in den Alpen findet, bringen Rüben von ungewöhnlicher Größe hervor. Sie werden entweder in die gestürzten Stoppeln einer Frucht gebaut, die das Feld zeitig genug verläßt, daß die Rüben noch reif werden (Stoppelrüben), oder in die gedüngte, wohlbearbeitete Brache, um sie so früh ernten zu können, daß eine Winterfrucht noch bestellt werden kann (Brachrüben).

Reinigung, Lockerung des Bodens, hinreichender Abstand der Rüben, sind wesentliche Bedingungen ihres Gedeihens.

Der Samenbedarf beläuft sich (bei der breitwürfigen Saat auf 5—6 Pfund per Joch), der Ertrag ist dem der vorigen Art gleich. Der Wassergehalt 91 Procent.

§. 145.

Möhre.

Familie der Doldenträger, Umbelliferae.

Diese natürliche Pflanzengruppe besteht fast nur aus ein- oder mehrjährigen Kräutern. Der Stengel ist oft hohl und von Knoten durchsetzt; an diesen stehen abwechselnd die einscheidenden Blätter, welche meist in eine große Zahl von Abschnitten oder Blättchen zerschnitten sind. Die kleinen Blüthen stehen in einfachen, öfter noch in zusammengesetzten Dolden (Umbellae). Eine Anzahl Deckblättchen bildet an der Basis der großen Dolde die Hülle, an der Basis der sie zusammensetzenden Döldchen das Hüllchen. Die Blüthe besteht aus einem mit dem Fruchtknoten verwachsenen Kelche, dessen Mündung ganzrandig oder leicht gezahnt ist, aus einer oben ständigen,

fünfblättrigen Krone, 5 mit dieser abwechselnd stehenden Staubgefäßen, aus einem zweifächrigen Fruchtknoten mit je einem Ei, der an seinem Gipfel von einer zweilappigen Scheibe gekrönt wird, und aus 2 Griffeln, die in einfache Narben endigen. Die Frucht ist eine Doppelschließfrucht, die sich bei der Reife in 2 einsamige, an einem fadenförmigen Säulchen hängende Schließfrüchte (Achaenia) trennt. Der Samen ist umgekehrt und enthält in einem ziemlich großen Eiweißkörper einen sehr kleinen Embryo.

Die Umbelliferen sind vorzugsweise Pflanzen der wärmeren gemäßigten Zone; gegen die Pole zu verschwinden sie und in den Tropenländern finden sie sich nur auf höheren Gebirgen. Ein großer Theil zeichnet sich durch einen Gehalt von ätherischem Oel oder von Gummiharz besonders in den Samen oder Wurzeln aus, viele sind deßhalb geschätzte Küchen- und Arzneipflanzen; andere liefern kultivirt dicke, saftreiche, zuckerhaltige Wurzeln; noch andere enthalten giftig wirkende Alkaloide.

Die Möhre, Daucus.

Die Dolden flach, vielstrahlig, mit vielblättriger Hülle, deren Blättchen gefiedert zerschnitten sind; nach dem Verblühen ziehen sich die Doldenäste aufwärts dicht zusammen, nach Art eines Vogelnestes.

Die gemeine Möhre, gelbe Rübe, D. Carota L.

Die Blüthen weiß, die Früchte mit feinen hackigen Stacheln von der Breite der Früchte besetzt. Die Blätter dreifiederig. Zweijährig.

Sie kommt bei uns mit dünner, ungenießbarer Wurzel allenthalben wild vor. Durch wiederholten Anbau in gutem Boden kann sie in die kultivirte Abart übergeführt werden. Diese unterscheidet sich durch die fleischig verdickte zuckerhaltige Wurzel, welche weiß, gelb oder roth, kurz, dick und stark, verästelt oder lang, dünn und einfach ist. Auch der Zuckergehalt wechselt sehr.

Ihre Kultur reicht bis zum 71^0 n. B., in den Alpen bis 5000′. Sie verlangt zum Gedeihen einen tiefen, lockeren, humusreichen Sandboden; frische Düngung verleiht ihr einen unangenehmen Geschmack und ist ihr durch das emporwuchernde Unkraut schädlich.

Sie wird selbstständig oder mit Gerste, Haber ꝛc. gemischt gebaut. Der Samenbedarf beträgt 6 Pfund per Joch (oder 6 Kilogramm per Hektar, oder 3 Pfund per Morgen preußisch), welche man mit Sägspänen oder Sand gleichförmig vertheilt ausstreut.

Der Ertrag bei selbstständiger Kultur wechselt von 250—400 Centner per Joch (= 25—39,000 Kilogramm = 106—212 Centner preußisch), mit 86 Procent Wassergehalt.

§. 146.

Pastinak.

Die Frucht vom Rücken her breitgedrückt, von breitem Rande umgeben, schwach gestreift. Hülle und Hüllchen fehlt.

Gemeine Pastinak, P. sativa L.

Die Blätter gefiedert-zerschnitten, glänzend, die Blättchen eiförmig, eingeschnitten. Die Dolden flach. Die Blumen gelb. Zweijährig.

Auch sie wächst mit ungenießbarer Wurzel auf Wiesen wild. Die kultivirte Abart hat weiße verdickte, gewürzhafte, süßliche Wurzeln, die in gutem Boden eine bedeutende Länge und Dicke erreichen. Ihre Kultur stimmt mit der der Möhre überein, nur ist der Ertrag etwas geringer. Dagegen erwehrt sie sich durch ihre breiten Blätter leichter des Unkrauts und hält auch den stärksten Frost im Boden aus.

V. Classe: Oel- und Handelspflanzen.

§. 147.

Rübsen.

Wenn die bisher besprochenen Pflanzen zur Befriedigung des allgemeinsten Bedürfnisses, der Nahrung, direkt oder indirekt mittelst des Viehes dienten, so werden die Handelspflanzen zu beschränkteren Zwecken angebaut, zu deren Erreichung noch mannigfache andere Wege offen stehen.

So concurriren mit den Gespinnstpflanzen (Flachs, Hanf), deren Bastzellen das Material zur feinsten Leinwand, wie zum groben Segeltuch und Seilen liefern, mehrere ausländische Kulturpflanzen, vor allem die Baumwolle, der neuseeländische Hanf (Phormium tenax).

Aus dem Thierreich, die Schafwolle 2c.

Unseren Oelpflanzen gegenüber steht die Menge thierischer und vegetabilischer Fette (Olivenöl, Palmbutter 2c.), unsern Färbepflanzen die Unzahl organischer und anorganischer Farbstoffe (von ersteren

vorzüglich die Cochenille, der Indigo, Fernambuck und Campecheholz, von letzteren das Berlinerblau ꝛc.).

Am meisten aber wechselt der Gebrauch der Gewürze und Kaffeesurrogate. So ist der Verbrauch des Hopfens bedingt durch die Verbreitung des Biertrinkens im Verhältniß zum Wein- und Branntweintrinken, letzteres wieder vom Gerathen der Traube, der Kartoffel, von den herrschenden religiösen, moralischen Ansichten ꝛc.

Der Werth der Handelspflanzen ist daher von zahlreichen äußeren Verhältnissen bedingt, die sich nicht so leicht voraussehen lassen; man muß deßhalb den geeigneten Zeitpunkt zum Verkaufe abwarten können.

Sie fordern alle einen guten, sorgfältig zubereiteten, humusreichen Boden, viel mehr Dünger und einen größeren Aufwand von Arbeit während ihres Wachsthums, als die übrigen Kulturpflanzen. Dagegen geben sie unter günstigen Verhältnissen auch den größten Reinertrag.

Der Reps, Kohlreps, Br. Napus L.

Die Blätter graugrün, die unteren leierförmig, die oberen ungetheilt. Die Trauben schon während des Aufblühens verlängert, der Kelch zuletzt halb offen, die kürzeren Staubgefäße abstehend.

a) Mit dünner, faseriger Wurzel, ein- oder zweijährig: Sommer- und Winterreps — wird unten besprochen werden.

b) Mit fleischiger, unregelmäßig-kegelförmiger Wurzel: Krautrübe, Bodenkohlrabi, Dorsche (Br. Napobrassica L.), deren Fleisch entweder gelb, zuckerreich oder weiß ist.

Die Krautrübe hat dieselbe Verbreitung wie die Runkelrübe, besonders in Gebirgsgegenden gedeiht sie vortrefflich; wo aber die Feuchtigkeit der Atmosphäre gering ist, muß ein bündiger Boden sie ersetzen. Die Heimath der dünnwurzeligen Stammform scheint wie bei voriger Art, das gemäßigtere Rußland, auch Armenien zu seyn.

Im März, April, werden die Krautrüben auf Mistbeeten gezogen, Ende Mai oder im Juni versetzt.

Die Ernte beträgt 400—600 Centner Rüben, welche 87 Procent Wasser enthalten.

1) Rübenreps, Rübsen, Brassica Rapa oleifera.

a) Winterfrucht (Winterrübsen).

b) Sommerfrucht (Sommerrübsen), welche kleiner bleibt.

Von der folgenden Art unterscheidet er sich durch kleinere, bräunliche Samen, mindere Empfindlichkeit gegen Nässe des Bodens und Kälte und durch eine 10—14 Tage kürzere Vegetationszeit.

Als Sommerfrucht gedeiht der Rübsen im Allgemeinen überall wo noch Winterweizen gebaut wird, als Winterfrucht erträgt er keine strenge Kälte, da er dem Auswintern sehr unterworfen ist.

Er erfordert bei entsprechender Feuchtigkeit (im Boden oder in der Atmosphäre) einen tiefgelockerten, von Unkraut reinen, daher kräftigen aber nicht frischgedüngten Boden mit wasserdurchlassender Unterlage.

Sowohl als Winter- wie Sommerfrucht muß er zeitig bestellt werden, erstere, damit sie sich noch kräftig bewurzeln kann, da sie im nächsten Jahre schnell in die Blüthe treibt, letztere, damit sie den Erdflöhen und der schwarzen Kohlraupe (Tenthredo Rapae) entgeht.

Die Drillkultur ist der gebräuchlichen breitwürfigen Saat vorzuziehen. Der Samenbedarf beträgt bei der letzteren 10—12 Pfund per Joch (= fast soviel Kilogramm per Hektar = 5—6 Pfund per Morgen preußisch). Der Ertrag beläuft sich auf 24—30 Metzen zu 72—75 Pfund per Joch (= 25—32 Hektoliter per Hektar = 12—15 Scheffel per Morgen preußisch), mit 30—33 Procent Oelgehalt.

§. 148.

Reps.

2) Kohlreps, Raps, Brassica Napus oleifera (S. oben).

Auch hier unterscheidet man

a) Winterkohlreps,

b) Sommerkohlreps.

Er hat schwärzliche, größere, schwerere Samen, eine dünnere Wurzel und längere Vegetationsdauer als der vorige. Sein Anbau stimmt mit dem des vorigen überein, nur fordert er in höherem Grade reinen, kräftigen Boden und frühzeitige Bestellung. Uebrigens gibt ihm sein größerer Ertrag einen entschiedenen Vorzug vor dem Rübsen.

3) Schwarzer Kohl, schwarzer Senf, Br. nigra Koch (Sinapis nigra L.)

Alle Blätter gestielt, die unteren leierförmig gezahnt, die oberen

lanzettlich, ganzrandig. Der Kelch wagrecht ausgebreitet, die Schoten an den Stengel angedrückt, glatt. Die Samen braun oder schwarz, leicht herausspringend. Die Blüthe gelb. Einjährig.

Der Samen enthält ein fettes und ein ätherisches, scharfes Oel; letzteres findet sich aber nicht fertig gebildet in demselben vor, sondern entsteht erst, wenn eine im Samen vorhandene eiweißartige Substanz (Myrosin) unter Wasserzutritt auf einen schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheil (Sinapin) einwirkt, wobei sich letzterer in Schwefelblausäure und ätherisches Senföl zersetzt. Das fette Oel kann daher durch Auspressen für sich allein gewonnen werden.

Der schwarze Senf wächst bei uns nicht selten an Flußufern und auf Feldern wild. Seine Kultur stimmt im Allgemeinen mit der des Sommerrepses überein, doch gedeiht er auch auf Bodenarten, die für diesen zu trocken, locker oder zu wenig gedüngt sind, kann früher als dieser gesäet werden, da er durch Kälte nicht leidet und liefert einen größeren und sicheren Ertrag. Die Samen sind dagegen weniger ölreich.

4) Senf, Sinapis.

Der Kelch aufrecht oder ausgebreitet. Die Schote länglich, die Klappen gewölbt, mit 3—5 starken, geraden Nerven. Die Samen in beiden Fächern einreihig, kuglich.

Weißer Senf, S. alba L.

Die Schoten walzenförmig, an dem unteren samentragenden Theile borstig, von der Hälfte an in einen flachen, spitzen Fortsatz oder Schnabel auslaufend, die Klappen fünfnervig. Die Blätter buchtig-gefiedert-zerschnitten, etwas borstig. Der Samen weiß oder gelblich, größer als beim vorigen. Die Blüthe gelb. Einjährig. Er liefert mehr fettes, mildes und wenig oder gar kein ätherisches Oel.

Im Anbau stimmt er ganz mit dem vorigen überein.

5) Leindotter, Camelina.

Das Schötchen aufgetrieben, birnförmig, in sehr gewölbte Klappen aufspringend, zweifächerig, vielsamig. Die Samen länglich, unberandet.

Gemeiner Leindotter, Camelina sativa Crantz.

Die Blätter lanzettlich-pfeilförmig, ganzrandig oder gezähnt. Die Blumenblätter verkehrt-eiförmig, gelb. Das Schötchen vierrippig. Die Samen gelblich-braun. Einjährig, etwa $1\frac{1}{2}'$ hoch.

Der Leindotter wächst auf Feldern, besonders auf Sandboden und unter dem Leine, wild und hat als Oelpflanze insofern Vorzüge, als er in jedem, selbst mageren sandigen Boden, noch gut gedeiht, eine kurze (13 Wochen dauernde), Vegetationszeit und von Insekten nicht zu leiden hat. Doch ist das aus dem Samen gewonnene Oel von geringer Güte. Er kann von Anfang April (am besten) bis Ende Mai gesäet werden, wozu 2—$2\frac{1}{2}$ Pfund Samen per Joch (= ebensoviel Kilogramm per Hektar = die Hälfte preußische Pfund per Morgen) nothwendig; der vollkommen trocken zu bewahrende Ertrag schwankt zwischen 10—18 Metzen (à 75 Pfund österreichisch (= 11—19 Hektoliter = 5—8 Scheffel preußisch). Der Oelgehalt beträgt etwa 28 Procent.

6) Rettig, Raphanus.

Der Kelch aufrecht, die Blumenblätter gestielt, mit verkehrt herz- oder eiförmiger Platte. Die Schote länglich, fast kegelförmig, glatt, nicht aufspringend, durch eine Art Querwände abgetheilt, vielsamig.

Gemeiner Rettig, R. sativus L.

Die Schoten stielrund, zugespitzt, kaum länger als ihr Stiel. Die Blätter leierförmig. Die Blüthen lila mit dunkeln Adern. Einjährig.

a) Mit verdickter Wurzel von verschiedener Form und Größe: in Gärten gebaut.

b) Mit dünner, spindelförmiger Wurzel: der chinesische Oelrettig.

Seine Heimath scheint sich von Griechenland, Kleinasien, bis nach China zu erstrecken, seine Kultur als Wurzelgewächs reicht soweit wie die der Runkelrübe; als Oelpflanze ist sie weit beschränkter, da der Ertrag geringer und unsicherer ist, als bei den Repsarten. Sein Anbau stimmt mit dem des Sommerrübenrepses überein.

§. 149.

Mohn.

Familie der Mohnartigen, Papaveraceae.

Kräuter, selten Halbsträucher, deren abwechselnde Blätter gewöhnlich mit weißem oder gelblichem Milchsafte erfüllt sind. Die Blüthen stehen einzeln oder bilden Trugdolden oder ästige Trauben. Der Kelch zweiblätterig, hinfällig. Die unterständige Krone besteht meist aus 4, seltener 6 in der Knospenlage zerknitterten und

gefälteten Blumenblättern. Die zahlreichen Staubgefässe sind frei. Der Fruchtknoten ist eiförmig, oder kuglig, oder schmal, leierförmig. Sein einziges Fach enthält zahlreiche Eier, die an den plattenartig in Gestalt falscher Scheidewände vorragenden Mutterkuchen befestigt sind. Der Griffel sehr kurz, fast fehlend, endigend in ebensoviele Narben, als Mutterkuchen vorhanden sind. Die Frucht ist eine eiförmige, von der Narbe gekrönte Kapsel, die entweder gar nicht aufspringt oder sich durch einfache Löcher unterhalb der Narbe öffnet oder sie ist schotenartig verlängert und öffnet sich in 2 Klappen oder gliedert sich in die Quere ab. Die meist sehr kleinen Samen enthalten in einem fleischigen Eiweißkörper einen kleinen cylindrischen Embryo.

Die Papaveraceen bilden nur eine kleine Familie und sind Bewohner der (nördlichen) gemäßigten Zone. Merkwürdig ist ihr Milchsaft, den sie in eigenen Kanälen führen und welcher außer Gummi, Harz, fettem Oel; zahlreiche Alkaloide enthält.

Der Mohn, Papaver.

Der Kelch zweiblätterig; hinfällig. Blume vierblätterig. Fruchtknoten oben flach mit einer schildförmigen, strahligen Narbe ohne Griffel bedeckt. Kapsel einfächerig mit vielen falschen Scheidewänden, unter der Narbe in Löcher sich öffnend, sehr zahlreiche kleine Samen enthaltend.

Der Gartenmohn, P. somniferum L.

Die Blätter stiellos, glatt, blaugrün, am Rande eingeschnitten und gezähnt. Die Blumen einzeln am Ende der Zweige, sehr groß. Die Kapsel kuglig, von der Größe einer Kirsche bis einer Welschnuß. Wird 3—6′ hoch. Einjährig.

Als Varietäten unterscheidet man:

a) Den schwarzen Mohn, mit kugelrunder Kapsel, offenen Löchern unter der Narbe, rother Blume und schwarzem Samen.

b) Den weißen Mohn, mit größern, fast eiförmigen Kapseln, mit verschwindend kleinen Löchern unter der Narbe, weißer Blume, weißlichen und größern Samen.

Zwischen beiden gibt es zahlreiche Uebergänge.

Die Heimath des Gartenmohns ist wahrscheinlich das westliche Asien und seine Kultur verliert sich in's hohe Alterthum bei den Griechen und Indiern.

Als Oelpflanze gedeiht er soweit noch Wintergetreide gebaut

wird und fordert einen tiefgründigen, gutgelockerten, gedüngten Boden. Er geräth um so sicherer, je frühzeitiger er bestellt wird, März bis Anfang April. Nach dem Aufgehen muß er frühzeitig gejätet, bei zu dichtem Stande gelichtet und in der Folge behackt werden.

Der Samenbedarf beträgt bei breitwürfiger Aussaat 2—3 Pfund per Joch (= ebensoviel Kilogramm = die Hälfte preußische Scheffel. Bei Drillkultur in Reihen $^2/_3$—1 Pfund.)

Die Ernte liefert (im August) 10—15 Metzen per Joch (oder 11—16 Hektoliter per Hektar oder 5—8 Scheffel per Morgen) mit 37—40 Procent Oelgehalt.

§. 150.

Sonnenblumen.

Sonnenblume, Helianthus. (S. oben.)

Einjährige Sonnenblume, H. annuus L.

Die Blätter abwechselnd, gestielt, herz- oder eiförmig, dreinervig, rauh, grobgezähnt. Die Blüthenköpfe hängend, sehr groß, (6—10″ im Durchmesser). Die Sonnenblume stammt aus Peru; bis jetzt konnte sie bei uns noch keine größere Verbreitung finden, theils weil sie nur als Hackfrucht gebaut werden kann, theils weil die Frucht schwer zu trocknen und die Samen schwer zu enthülsen sind. Sie fordert einen sehr kräftigen, gut bearbeiteten Boden und wird in 2—$2^1/_2$′ abstehenden Reihen gebaut, wozu 20—30 Pfund Samen per Joch (= fast ebensoviel Kilogramm per Hektar = 10—15 Scheffel per Morgen) erforderlich. Man erntet 40—50 Metzen, à 48 Pfund (43—53 Hektoliter = 21—26 Scheffel preußisch), welche 30 Procent sehr geschätztes Speiseöl liefern.

Eine andere aus Chili stammende Pflanze, die Madia sativa (Compositae), welche ebenfalls zum Oelbau empfohlen wurde, hat zwar eine kurze Vegetationsperiode ($3^1/_2$ Monat), fordert aber einen reinen kräftigen Boden und sorgfältige Pflege, während ihr Oel dem Rübsenöle weit nachsteht.

§. 151.

Lein.

Familie leinartiger Pflanzen, Lineae.

Kräuter oder Halbsträucher, mit sitzenden, einfachen aderlosen

ganzrandigen Blättern ohne Nebenblätter. Der Kelch frei, bleibend, meist fünftheilig. Blumenblätter ebensoviel als Kelchabschnitte und mit diesen abwechselnd, unterständig, gleich, kurz gestielt, sehr hinfällig, in der Knospenlage linksgedreht. Staubgefäße so viel als Blumenblätter, mit diesen abwechselnd. Der Fruchtknoten besteht aus 5 (—3) Eierstöcken mit je 2 Eiern und trägt ebensoviel fadenförmige, gesonderte Griffel mit einfachen Narben. Die Frucht ist eine kuglige 5 (—3) fächerige Kapsel, deren Fächer bei der Reife sich trennen und je 2 durch eine unvollständige Scheidewand getrennte Samen enthalten. Die platten glänzenden Samen enthalten sehr wenig oder kein Eiweiß und einen geraden Embryo.

Diese kleine, aus zwei Gattungen bestehende Familie gehört der gemäßigten Zone an.

Der Lein, Linum.

Kelchblätter fünf, an der Basis zusammenhängend, die Blumenblätter länglich, nach oben verbreitert. Die 5 Staubfäden an der Basis verwachsen. Die Kapsel kuglig, vom unteren Theile der Griffel gekrönt, aus 5 Fächern (Carpellen) bestehend. Die Fächer zweisamig, zweiklappig-aufspringend.

Der gemeine Lein, L. usitatissimum L.

Der Stengel aufrecht, die Blätter schmal lanzettlich, die kahlen, blauen Blüthen in eine Rispe gestellt, die Kelchblätter eiförmig, spitz, häutigberandet, fast so lang wie die Kapsel. Einjährig.

Varietäten:

a) Spring- oder Spätlein, dessen reife Kapseln von selbst mit Geräusch aufspringen; er bleibt niederer und hat hellere Samen.

b) Dresch- oder Frühlein, mit nicht aufspringenden Kapseln, dunkleren Samen.

Lein wurde schon im höchsten Alterthum von den Egyptern Indiern, und auch den Deutschen und Celten gebaut, aber es ist zweifelhaft, ob es überall unsere Pflanze war, deßgleichen ob der in Rußland, am Kaukasus und in Sibirien gefundene Lein dort ursprünglich wild oder blos in Folge der Kultur verwildert ist. Nach seinen Wachsthumsbedingungen zu urtheilen, muß sein Vaterland allerdings ein feuchtes, kühles seyn. Denn in solchen Gegenden (in Norddeutschland, an der Ostsee, in den Alpen bis 4000′) gedeiht er am besten. Außer der Feuchtigkeit bedarf der Lein Reinheit

und Lockerung des Bodens, daher man ihn am erfolgreichsten auf mürben, humusreichen Boden nach Hackfrüchten oder Klee baut. Starke, frische Düngung bringt Unkraut in den Boden und liefert nur groben, spröden Flachs.

Die Saat wird im März als Frühlein, im Mai (Juni) als Spätlein, in Süddeutschland auch im August als Winterfrucht bestellt, wozu 2—5 Metzen (oder Hektoliter, oder 1—2½ preußische Scheffel) Samen nothwendig sind. Dichte Saaten geben vorzüglich langen und feinen Flachs, dünnstehende vollkommenere Samen. Den brauchbarsten Bast erhält man, wenn der Lein nach dem gänzlichen Verblühen sogleich gerauft wird, während man für die Samengewinnung die Reife auch der untern Kapseln abwartet.

Ertrag: durchschnittlich 400 österreichische Pfund (= 390 Kilogramm = 210 preußische Scheffel per Morgen) Flachs, wovon die Hälfte Werg; 6—10 Metzen (oder Hektoliter, oder 3—5 Scheffel) Samen, mit 22 Procent Oel.

§. 152.

Hanf.

Familie der Nesselartigen, Urticeae.

Kräuter, Sträucher, selten Bäume mit meist gegenüberstehenden Blättern und freien, selten fehlenden Nebenblättchen. Die Blüthen meist ein- oder zweihäusig, zu Aehren, Rispen oder Köpfchen vereinigt. Die männlichen Blüthen haben gewöhnlich einen einblätterigen, in 4—5 Abschnitte getheilten Kelch und ebensoviel Staubgefäße als Kelchabschnitte. Bei den weiblichen Blüthen besteht der Kelch aus 2—4 Kelchstücken oder einer einfachen Schuppe. Der Fruchtknoten ist frei, einfächerig, eineiig und trägt 2 (selten 1) Griffel mit drüsigen oder pinselförmigen Narben. Die Frucht ist meist ein Schlauch oder ein Nüßchen und enthält einen aufrechten Samen mit sehr dünnem Eiweißkörper und geradem oder gekrümmtem Embryo.

Die Urticeen bilden eine kleine Familie, welche von der gemäßigten Zone gegen den Aequator an Artenzahl zunimmt. Außer unserer gemeinen Brennnessel sind auch noch sehr viele andere Arten mit Brennhaaren versehen.

Der Hanf, Cannabis.

Zweihäusig. Die männlichen Blüthen in kleinen achselständigen Trauben, der Kelch fünftheilig, Staubgefässe 5. Die weiblichen Blüthen stiellos, gehäuft. Der Kelch stellt eine kleine, bleibende Schuppe dar, welche mit dem untern bauchigen Theile den einfachen, zweinarbigen Fruchtknoten einschließt. Das einsamige Nüßchen ist aufrecht, eiförmig, zweiklappig, nicht aufspringend.

Der gemeine Hanf, C. sativa L.

Der Stengel aufrecht, rauh, eckig, 4—8′ hoch (die weibliche Pflanze immer höher und ästiger). Die Blätter kurz gestielt, rauh, fingerförmig, aus fünf 3—9 schmallanzettlichen sägezähnigen Blättchen zusammengesetzt. Einjährig.

Die ganze Pflanze hat einen unangenehm betäubenden Geruch, der in dem wärmeren Orient noch stärker hervortritt, so daß sie dort zu einem wie Opium berauschenden Getränke oder als Tabak verwendet wird.

Der Hanf stammt aus dem gemäßigten Asien (Nordindien, Sibirien bis zum kaspischen Meere) und wurde dort, sowie bei den Griechen und Römern schon im hohen Alterthum kultivirt. Wärme und Feuchtigkeit im Boden und in der Atmosphäre sagen ihm am meisten zu, daher er auf trockengelegten humusreichen Gründen, in fruchtbaren Niederungen, Thälern, am üppigsten gedeiht und oft 15′ hoch wird. Er fordert ferner die größtmögliche frische Düngung, ohne daß er vom Unkraut etwas zu leiden hätte.

Da er in der Jugend keine bedeutenden Fröste verträgt, wird er gewöhnlich im Mai breitwürfig gesäet und zwar um so dichter, je feineres Gespinnst er liefern soll. Es sind hiezu 2½—5 Metzen per Joch (gleichviel Hektoliter per Hektar, die Hälfte Scheffel per Morgen) nothwendig.

Der männliche Hanf (Fimmel) wird ausgezogen, sobald er verblüht hat und zu welken beginnt, die weibliche Pflanze (Hempin Hänfin) entweder, wenn sich der Samen anzusetzen beginnt (falls man besseren Bast gewinnen will) oder 4—5 Wochen später bei der Samenreife.

Man erntet 600—1200 Pfund 580—1170 Kilogramm oder 320—630 preußisch per Morgen) geschwungenen Bast, 8—20 Metzen Samen, à 60 Pfund österreichisch (oder 9—21 Hektoliter, oder 4—10 Scheffel preußisch) mit einem Oelgehalt von 25 Procent.

§. 153.

Krapp.

Familie der Krappartigen, Rubiaceae.

Kräuter, Sträucher oder Bäume, deren Blätter entweder quirlig oder entgegengesetzt sind und im letzteren Falle von Nebenblättchen begleitet werden, die oft mit den Blattstielen scheidenartig verwachsen. Die Blüthen sind regelmäßig, fast durchgängig Zwitter, achsel- oder gipfelständig, zu Rispen oder Köpfchen gehäuft. Der Kelch ist mit dem unterständigen Fruchtknoten verwachsen, sein Rand ganz oder in 4—5 bleibende Lappen getheilt. Die Krone einblätterig, regelmäßig, vier- bis fünflappig, oberständig. Die Staubgefäße ebensoviel als Kronlappen und mit diesen abwechselnd. Der Fruchtknoten ist zwei-, vier- bis sechsfächerig, jedes Fach enthält ein oder mehrere aufrechte oder am inneren Winkel befestigte Eier. Der Griffel einfach oder doppelt. Die Frucht ist sehr mannigfaltig, trocken oder fleischig, aufspringend oder geschlossen bleibend, am Gipfel immer von der Kelchmündung gekrönt. Die Samen enthalten in einem harten, hornigen Eiweiß einen meist aufrechten Embryo.

Die Familie der Rubiaceen besteht aus mehreren kleineren Gruppen, die sich außer den botanischen Merkmalen auch durch ihre geographische Verbreitung, zum Theil durch chemische Eigenthümlichkeiten auszeichnen. So z. B. ist die Gruppe der Cinchoneen auf die gemäßigte Region der peruanischen Anden beschränkt, sie liefert eines der wichtigsten Arzneimittel, die Chinarinde mit ihren eigenthümlichen Alkaloiden. Zu den Psychotrien, ebenfalls tropischen Gewächsen, gehört die Brechwurzel (Cephaëlis) und der unentbehrlich gewordene Kaffeebaum, dessen Samen Caffeïn oder Thein enthalten. Die in Europa wachsenden Arten gehören fast ausschließlich zu der Gruppe der Sternblätterigen (Stellatae). Daher auch der

Krapp, Rubia.

Der Kelch verwachsen, sehr kurz, vierzähnig. Die Blume flachglockig, vier- bis fünfspaltig. Staubfäden 4—5 auf der Krone befestigt. Der Griffel fadenförmig, oben zweispaltig. Die Frucht eine zweilappige, zweisamige Beere.

Die Färberröthe, gemeiner Krapp, R. tinctorum L. Der Stengel lang, schwach, niederliegend, rauh bis vierkantig.

Die Wurzelstöcke ausdauernd, sehr lang, kriechend, dünn, außen dunkelroth, innen blasser. Die Blätter meist zu 6 in sternförmigen Quirlen, stiellos, elliptisch, an Kiel und Rand scharf. Die Blüthen in weitschweifiger Rispe, klein, gelb. Die Frucht erst röthlich, dann schwarz.

Der Krapp wächst in Griechenland und Italien wild, bei uns kommt er hie und da nur verwildert vor. Seine Kultur ist sehr alt und wurde, wie zum Theil jetzt noch, in Kleinasien, Frankreich, Holland, Deutschland, Ungarn, betrieben. Der Krapp kommt in jedem nicht zu rauhen Klima fort, üppiger gedeiht er jedoch in einem warmen, feuchten Klima. Er verlangt einen tiefgründigen, wohl gelockerten, reichlich gedüngten Boden. Wo der Boden kalkreich ist, gibt die Wurzel in der Küpe ohne Kalkzusatz einen schönen rothen Farbstoff (z. B. Avignoner Krapp). Die auf kalkarmen Boden gewachsenen geben mit Kalkzusatz übrigens eben so vielen und schönen Farbstoff als jene (z. B. Elsäßer Krapp).

Der Krapp wird gewöhnlich durch Wurzelschößlinge im Frühjahr in 2' breiten Reihen bestellt, in Ermanglung dieser durch Samen.

Die Saat muß in der Folge von Unkraut fleißig rein gehalten und der Boden gelockert werden.

Die Ernte wird gewöhnlich im zweiten bis dritten Jahre (besser im Frühjahre als im Herbst) vorgenommen und liefert 20—40 Centner luftrockene Wurzeln per Joch (= 1950—3900 Kilogramm per Hektar = $10\frac{1}{2}$—21 Centner preußisch per Morgen).

Familie der Kreuzblüthigen, Cruciferae (S. oben).

§. 154.

Waid.

Der Waid, Isatis.

Die Staubfäden nicht gezähnelt. Das Schötchen von der Seite plattgedrückt, keilförmig, am Ende abgestutzt oder abgerundet, nicht aufspringend, wegen verkümmerter Scheidewand einfächerig, einsamig. Der Samen länglich.

Der Färberwaid, I. tinctoria L.

Zweijährig, 2—3' hoch, stark beblättert. Die Blätter blaugrün mit pfeilförmiger Basis den Stengel umfassend. Die Blumen gelb, in endständiger, breiter, lockerer Rispe auf feinen Stielchen

aufrecht, nach dem Verblühen hängend. Die Schötchen schwärzlich, bilden mehrere Varietäten, je nachdem sie schmalkeilförmig oder verkehrteiförmig, an der Spitze abgestutzt, ausgerandet oder abgerundet sind.

Der Waid wächst in Deutschland und Frankreich auf trockenen, hügeligen Stellen wild. Sein Anbau, welcher jedoch in neuerer Zeit durch die vermehrte Einfuhr ausländischer Farbstoffe (Indigo) sehr abgenommen hat, wird vorzüglich in Thüringen und Ungarn betrieben.

Der Waid gedeiht bei uns am besten in einem mehr warmen, feuchten Klima und verlangt einen guten, lockern, reichlich gedüngten Boden. Er wird entweder als Sommerwaid zu Anfang April oder (vortheilhafter) als Winterwaid von Mitte August bis Mitte September in etwa 12″ abstehenden Reihen gesäet, wozu man 10—15 Pfund Samen per Joch (= gleichviel Kilogramm = die Hälfte preußische Pfund) anwendet. Während des Wachthums müssen die jungen Pflanzen gejätet, zu dichter Stand gelichtet und die leeren Zwischenräume behackt werden.

Die Waidblätter werden, wenn die unteren gelb zu werden beginnen, abgeschnitten, was beim Sommerwaid zweimal, beim Winterwaid dreimal geschehen kann. Die Blätter enthalten den blauen Farbstoff (Indigo) nicht fertig gebildet, sondern dieser entsteht erst durch einen Gährungsprozeß, indem man die auf einer Mühle zu Brei zerriebenen Blätter in Haufen von 6—8′ Höhe 8—12 Tage (je nach der Temperatur) liegen läßt, bis sich äußerlich eine blaue Kruste zeigt, worauf der Brei zu Ballen formirt und an einem luftigen Orte getrocknet wird.

Die Ernte gibt aus 200—400 Centner frischer Blätter 40—80 Centner (= 2900—3800 Kilogramm = 20—40 preußische Centner per Morgen) trockener Waidballen.

§. 155.

Wau.

Familie der Wauartigen, Resedaceae.

Kräuter oder Halbsträucher mit abwechselnden Blättern ohne Nebenblätter. Die Blüthen sind Zwitter, unregelmäßig, in endständige Trauben gestellt. Der Kelch ist frei, einblätterig, in 4—6 ungleiche Stücke getheilt, bleibend. Blumenblätter 4—6, ungleich, hinfällig.

Staubgefässe 10—24, von einer ungleich-ringförmigen Erhebung des Blüthenbodens umgeben. Der freie Fruchtknoten endigt in drei mit je einer Narbe versehene Hörner, ist einfächerig, am Gipfel offen und enthält zahlreiche, an drei wandständige Mutterkuchen befestigte Eier. Die meist trockene Frucht ist einfächerig, oben offen und enthält zahlreiche, nierenförmige Samen mit sehr dünnem Eiweißkörper und hufeisenförmig gekrümmtem Embryo.

Diese aus wenigen Gattungen bestehende Familie ist in den Ländern um das Mittelmeer heimisch und mit einigen Arten auch bei uns vertreten.

Der Wau, Reseda.

Blumenblätter 4—6, ungleich, die mittleren vielfach zerschnitten, Staubgefässe 12—24. Der Fruchtknoten einfächerig, drei- bis sechslappig. Die Kapsel drei- bis sechseckig, oben offen, mit 3—6 wandständigen Mutterkuchen.

Der große Wau, Reseda luteola L.

Kelch- und Blumenblätter je 4. Die Blätter verlängert-lanzettlich, ungetheilt, glatt, im ersten Jahre eine Rose bildend, aus welcher im zweiten ein 2—4′ hoher, kantiger Stengel emporwächst, der in eine oder mehrere sehr lange und gedrängte ährenförmige Trauben von kleinen gelblichen Blumen endigt. Zweijährig. Die Samen schwarz, glänzend.

Der gelbe Farbstoff, um dessen willen die Pflanze gebaut wird, findet sich in allen Theilen fertig gebildet.

Der Wau findet sich durch ganz Deutschland und Frankreich auf Schutthaufen, Feldern, trockenen, sandigen Stellen überhaupt. Er wird daher auch am besten auf trockenem, sandigem Boden, besonders in feuchtem Klima, gebaut; frische Düngung verträgt er nicht gut.

Als Winterfrucht wird er im Juli, August, als Sommerfrucht so zeitig als möglich im Frühjahr gesäet, wozu 18—24 Pfund Samen per Joch (fast gleichviel Kilogramm per Hektar oder 9—12 Scheffel per Morgen) nothwendig sind.

Wenn die unteren Blätter gelb zu werden beginnen, gewöhnlich im Juli, werden die Stengel abgeschnitten und in Bündeln getrocknet, durch Nässe, Regen verlieren sie dabei leicht an Werth. Einen Theil der Pflanzen läßt man der Samengewinnung halber zur Reife gelangen.

Der Ertrag beläuft sich beim Winterwau auf 20—60 Centner österreichisch (oder 19—5800 Kilogrammm oder 10—30 Centner preußisch). Beim Sommerwau nur die Hälfte bis zwei Drittel trockener Stengel und Blätter und 1—5 Centner Samen (oder 97—480 Kilogramm oder $^1/_2$—$2^1/_2$ Centner preußisch.)

§. 156.

Saflor.

Familie der Zusammengesetztblüthigen, Compositae (S. oben).

Saflor, Carthamus.

Das Köpfchen vielblüthig, bloß aus röhrenförmigen, zwittrigen Ganzblümchen bestehend. Die Deckschuppen zahlreich, aufrecht anliegend, an der Spitze stechend, die äußersten blattartig, grün, abstehend. Der Blütheboden gewölbt, borstig. Die Frucht eiförmig-länglich, vierkantig, glatt, ohne Haarkrone.

Der gemeine Saflor, Carth. tinctorius L.

Der Stengel aufrecht, 2—3′ hoch, oben ästig, die Blätter abwechselnd, stiellos, spitzig, am Rande stechend-gezähnt, glatt. Die Blüthenköpfe einzeln, groß mit Anfangs licht-, dann safrangelben beim Verblühen rothbraunen Blüthchen. Einjährig.

Das Vaterland des Saflors ist Egypten und Indien, doch wird er nicht nur dort kultivirt, sondern auch bei uns in Gegenden, die einen warmen trockenen Sommer haben, wo der Winterroggen im Juli reift und Buchweizen als zweite Frucht gebaut werden kann.

Damit der Saflor in dieser Jahreszeit zur Blüthe komme, muß er auf einem trockenen, gutgelockerten, tiefgründigen Boden sehr frühzeitig (März bis Mitte April) gesäet werden; denn bei späterer Saat kommen die Blüthen erst im September, Oktober zum Vorschein und bleiben dann aus Mangel an Licht und Wärme blaß. Starke, frische Düngung des Bodens ist nicht räthlich, weil die Pflanze dabei zu sehr in Blatt und Stengel treibt und weniger Blüthen ansetzt.

Während der Wachsthumsdauer wird das Feld gejätet und behackt.

Wenn nach dem Aufblühen die Blümchen ihre anfänglich gelbliche Farbe in eine rothbraune verwandelt haben, so werden sie bei

klarem Wetter gesammelt und im Schatten getrocknet. Da die Blüthen ungleichmäßig aufbrechen, muß das Sammeln öfter wiederholt werden und dauert oft 4—5 Wochen.

Die getrockneten Blumenblätter, welche ohne weiteres in den Handel kommen, enthalten einen gelben in Wasser und einen rothen in Alkalien löslichen Farbstoff (Carthamin) und werden vorzüglich zum Rothfärben der Seidenzeuge und zur Darstellung von Karmin verwendet.

Der Samenbedarf zur Saat in 12—18″ abstehenden Reihen beträgt 10—15 Pfund per Joch (= ebensoviel Kilogramm per Hektar = die Hälfte preußische Pfund per Morgen), zur breitwürfigen Saat fast das Doppelte.

Der Ertrag beläuft sich auf 20—25 Pfund österreichisch (oder Kilogramm, oder halb so viel Pfund preußisch) getrocknete Blüthen und 8—15 Metzen (ebensoviel Hektoliter, halbsoviel preußische Scheffel) Samen, welche 20—25 Procent Oel enthalten.

§. 157.

Hopfen.

Familie der Nesselartigen, Urticeae (S. oben).

Hopfen, Humulus.

Zweihäusig. Die männlichen Blüthen in Rispen. Kelch (Blüthendecke) fünftheilig. Staubgefäße 5, mit sehr kurzen Staubfäden. Die weiblichen Blüthen in dichten Kätzchen, je 2—3 in der Achsel jeder Deckschuppe. Der Kelch stellt eine den Fruchtknoten umschließende Schuppe dar. Der Fruchtknoten ist platt-eiförmig, einfächerig, eineiig, mit 2 verlängerten Narben versehen. Zur Zeit der Reife wachsen die Deckschuppen aus und bilden eine Art Zäpfchen. Das Nüßchen ist klein, kugelig, einsamig.

Der gemeine Hopfen, Hum. Lupulus L.

Der ausdauernde Wurzelstock treibt viele runde, hohle mit Häckchen besetzte Stengel, die sich immer links winden und eine Höhe von 20—30′ erreichen. Die Blätter sind gegenüberstehend, gestielt, herzförmig, drei- bis fünflappig, grob-gesägt, rauh, unten mit drüsigen Punkten besäet. Die Zäpfchen sind von einem gelben, klebrigen, sehr bittern und gewürzhaften Staub bedeckt, dem sogenannten Hopfenmehl (Lupulin) welches aus mikroskopischen Drüsenkörnchen

besteht und bitteren Extraktivstoff (Lupulin), Gummi, Harz mit scharfem ätherischem Oele enthält.

Die zahlreichen durch Anbau entstandenen Varietäten theilt man

1) Nach der Zeit der Blüthe und Fruchtreife in frühen (August-) und späten (September-) Hopfen.

2) Nach der Farbe der Stengel in den hell-, dunkelgrünen, rothgestreiften, bläulichen und grauen Hopfen.

3) Nach der Form der Zapfen in den länglichen, eiförmigen, runden und viereckigen; nach der Größe derselben in den kleinen (bis $1^1/_2$''), mittleren (bis 2'') und großen (über 2'' langen) Hopfen. Je nach den Gegenden wird bald der einen bald der andern Abart der Vorzug eingeräumt. Die Asche der Pflanze ist reich an Kali (25,18 Procent) und Kieselerde (21,5 Procent).

Der Hopfen wächst in Europa, Sibirien, am Kaukasus, an Hecken und Gebüschen wild und erreicht in den Alpenthälern 2500' Höhe, im südlichen Europa findet er sich nur in höheren Gebirgen.

Seine Kultur erstreckt sich bis zum 60^0 n. B. und ist am stärksten zwischen dem $48—52^0$ n. B., bei einer mittleren Sommertemperatur von etwa 18^0 C.

Der Hopfen fordert eine vor rauhen Winden geschützte Lage, einen trockenen, lockeren, sehr tiefgründigen Boden und die stärkste Düngung, am besten mit Compostdünger oder Schweinemist. Große Feuchtigkeit der Atmosphäre sagt ihm nicht zu.

Die Hopfenschößlinge werden in 5—6' abstehenden Gräben gepflanzt, dichterer Stand ist nur bei trockenem Boden, in warmen Gegenden zuläßig, ein vorzügliches Produkt erhält man nur in weiten Reihen (von 6—8').

Das Setzen der weißen, glatten, fingerdicken, 5—7'' langen Wurzelschößlinge geschieht im Herbst oder im Frühjahr, wenn keine Fröste mehr zu fürchten sind; auf ebenem Boden gewöhnlich in der Richtung von Süd nach Nord, auf stark geneigten Abhängen in gleicher Richtung mit denselben. Jede männliche Pflanze muß sorgfältig entfernt werden, denn die samentragenden Zäpfchen haben weniger Hopfenmehl. Im ersten Jahre ist die Ernte unbedeutend, nach derselben, vor Eintritt des Winters, werden die Reben (Stengel) abgeschnitten und mit Erde, dann mit Mist bedeckt. Im folgenden Frühjahr, wenn keine Fröste mehr zu besorgen, wird der

Wurzelstock auf 2—3 Triebe beschnitten und diese in der Folge an höhere (20—30′) Stangen gebunden, als im ersten Jahre, wo Bohnenstangen ausreichen.

Da die Zeit der Blüthe zum Theil von der des Beschneidens abhängt, so nimmt man dieses gewöhnlich in Zwischenräumen (Anfangs, Mitte, Ende März) vor, damit wenigstens ein Theil der Blüthe auf warmes, trockenes Wetter falle und die Gefahr gänzlichen Mißrathens vermindert werde.

Der Zeitpunkt der Ernte ist gekommen, wenn die weißlich-grünen Zapfen gelblich-grün und die gelblich-grünen am Rande hellbraun, die Samen hart und braun, das Hopfenmehl gelb geworden und die Zapfen beim Zusammendrücken in der Hand klebrig erscheinen; dieß ist beim Frühhopfen gewöhnlich in der zweiten Hälfte August, beim Spähthopfen in der ersten Hälfte September der Fall. Bei zu früher Ernte erhält man schlechtes, fast unbrauchbares Produkt, bei zu später geht ein großer Theil des Hopfenmehls verloren.

Die von den abgeschnittenen Reben gepflückten Zapfen werden an einem luftigen, schattigen Orte getrocknet, bis die Stiele zerbrechlich sind.

Der Ertrag wie der Preis des Hopfens ist sehr wechselnd, ersterer schwankt zwischen 3—32 Centner per Joch (oder halb soviel per Morgen preußisch, oder 290—3100 Kilogramm per Hektar), letzterer zwischen 25—300 fl. per Centner österreichisch).

Von einer Stange erhält man durchschnittlich 1 Pfund österreichisch (die Hälfte preußisch) in günstigen, ½ Pfund in mittleren, ⅛ Pfund in ungünstigen Jahren.

(Vergl. am Schluß die colorirten Tafeln und deren Erklärung).

§. 158.

Tabak.

Familie der Nachtschattenartigen, Solaneae (S. oben). Tabak, Nicotiana.

Der Kelch röhrig, fünfspaltig, bleibend. Die Krone regelmäßig, trichterförmig mit seicht fünflappigem, manchmal gefaltetem Saume. Staubgefässe 5, am Grunde der Krone befestigt. Die Kapsel eiförmig, zweifächerig, zweiklappig, an der Spitze aufspringend, vielsamig.

Von den zahlreichen (etwa 50) Arten desselben werden in Deutschland folgende angebaut:

a) Der Bauertabak, N. rustica L.

Die Blätter gestielt, eiförmig, stumpf, ganzrandig, die Kronenröhre cylinderisch, den Kelch überragend, die Lappen des Kronensaumes abgerundet. Die ganze Pflanze ist drüsig-behaart, 2—4' hoch, einjährig. Die grünlich-gelben Blüthen bilden eine Rispe.

Er gibt den größten aber schlechtesten Ertrag.

b) Der gemeine oder virginische Tabak, N. Tabacum L.

Die Blätter stiellos, herablaufend, länglich, spitzig. Die Krone flaumig-klebrig, ihre Röhre doppelt so lang als der Kelch, gestreift, grünlich-weiß, oben bauchig, aufgeblasen, die Saumlappen spitzig, gewimpert, rosenroth. Einjährig.

Der Ertrag ist groß und besser als beim vorigen.

c) Der großblätterige Tabak, N. macrophylla Spr.

Die Blätter an der Basis geöhrt, stengelumfassend, breit, eiförmig, spitzig. Die Krone wie beim vorigen, nur sind die Saumlappen breiter, kürzer zugespitzt. Einjährig.

Er liefert die gesuchtesten Blätter.

Diese 3, sowie wahrscheinlich alle 50 Arten des Tabaks haben das wärmere Amerika zur Heimath, wo sie auch stark angebaut werden und die gesuchtesten Sorten liefern. Die Sitte des Tabakrauchens lernten die Spanier bei der Entdeckung Westindiens von den Eingeborenen und brachten sie und die Tabakpflanze nach Europa, wo sie sich schon im 16. Jahrhundert reißend verbreitete, während die werthvolle Kartoffel mit dem größten Widerstreben Eingang fand. Gegenwärtig wird der Tabakbau im ganzen mittleren und südlichen Europa bis zum 58° n. B. betrieben und in Deutschland liefern die Rheingegenden und Franken die besten Sorten, welche in den Niederlanden gar häufig in amerikanisches Gewächs verwandelt werden.

Die Blätter (auch Wurzel und Samen) des Tabaks enthalten ein stickstoffhaltiges, sauerstofffreies, höchst giftiges Alkaloid, Nicotin, von scharfem Geruche und brennendem Geschmack, farblos, ölig, in Wasser und Weingeist leicht löslich; außerdem ein kampherartiges Oel (Nicotianin), Harz, Gummi ꝛc. Das empyreumatische Oel des Tabaks, welches sich beim Rauchen absondert, wirkt schon zu einigen Tropfen als Gift.

Der Tabak verlangt nebst einem milden Klima einen trockenen, tiefgründigen, humusreichen Boden, welcher tief gepflügt und von Unkraut sorgfältig gereinigt werden muß. Stickstoffreiche Düngerarten, wie Schaf-, Pferdemist, Menschenkoth, machen den Tabak scharf und nur zu Schnupftabak brauchbar.

Man baut die Samen im März in Kästen oder auf eigens geschützte Beeten und verpflanzt sie Anfangs Juni, wenn die Pflänzchen das 5—6. Blatt getrieben haben, $1\frac{1}{2}$—2′ auseinander ins Freie; die Samenpflanzen setzt man 3′ auseinander. Später müssen die Pflanzen behäufelt werden.

Um die Mitte August, wenn die Pflanze 8—12 Blätter getrieben und der Stengel sich zum Blühen anschickt, werden die Blüthenspitzen ausgebrochen (geköpft), um vollkommenere Blätter zu erhalten. Ebenso verfährt man mit den Seitentrieben (Geizen) aus den Blattachseln.

Sobald die Blätter eine gelbliche Färbung erhalten oder schlaff, leicht ablösbar erscheinen (gewöhnlich im September), werden sie bei trockener Witterung gepflückt, in Bündel gebunden und an einem luftigen, schattigen Orte kurze Zeit einer mäßigen Gährung (dem Schwitzen) ausgesetzt, dann aber an Fäden gereiht zum Trocknen aufgehängt, wozu 6—10 Wochen erforderlich sind.

Sie werden dann abermals in Bündel gelegt, beschwert, bis die Blätter sich mild anfühlen und gelb oder hellbraun erscheinen. Dann werden sie gelüftet, getrocknet und zum Verkaufe zusammengelegt.

Man erhält an trockenen Blättern durchschnittlich 14 Centner per Joch (oder 1350 Kilogramm per Hektar oder 12 Centner per Morgen preußisch).

§. 159.

Safran.

Familie der Schwertlilienartigen, Irideae.

Kräuter aus der Abtheilung der Monocotyledonen, mit knolliger, fleischiger, selten faseriger Wurzel. Der Stengel ist rund oder plattgedrückt und trägt abwechselnde, flache, schwertförmige Blätter. Die meist sehr großen, zwittrigen Blüthen sind vor dem Aufblühen in eine trocken-häutige Blumenscheide gehüllt, einzeln stehend oder in

Aehren, Rispen gestellt. Der Kelch (Blüthendecke) ist oberständig, gefärbt, röhrig, tief, sechstheilig, die Abschnitte bilden 2 Reihen, wovon die innern oft kleinen fast verkümmert sind. Die 3 Staubgefässe stehen den äußern Kelchabtheilungen gegenüber, sind frei oder einbrüderig. Der Fruchtknoten ist dreifächerig, vieleiig. Die 3 Griffel, mehr ineinander verwachsen, endigen in 3 einfache oder gespaltene, oder blattartige Narben. Die Frucht ist eine dreifächerige Kapsel, die sich in 3 scheidewandtragende Klappen öffnet. Die Samen enthalten in einem fleischigen oder hornigen Eiweißkörper einen cylinderischen Embryo.

Die Irideen sind vorzüglich in den wärmeren Theilen der gemäßigten Zonen verbreitet.

Safran, Crocus.

Die trichterförmige Blüthe mit der gemeinschaftlichen Scheide kömmt unmittelbar aus der Zwiebel, hat eine lange, schlanke Röhre mit einem in 6 Lappen getheilten Saume. Die 3 an die Röhre befestigten Staubgefässe sind kürzer als die Blüthe. Der rundliche Fruchtknoten hat einen einfachen Griffel und eine dreispaltige Narbe.

Der gemeine Safran, Crocus sativus L.

Die Narbe tief, dreispaltig, auseinandergebogen, hochgelb. Die Blüthe mit doppelter, sehr dünner Scheide, glockenförmigem Saume, und länglichen, stumpfen Lappen, violett mit rothen Adern. Die Blätter, welche mit den Blumen im September, Oktober zum Vorschein kommen, sind sehr schmal, am Rande umgerollt, unten weiß.

Der Safran wächst wild im südlichen Europa (Abruzzen, Griechenland), Kleinasien und Persien, und wird dort auch am stärksten gebaut.

Bei uns gedeiht er am besten wo Weinbau getrieben wird, sonst nur in sehr geschützten, sonnigen Lagen; am meisten wird er in Oesterreich gebaut.

Er verlangt einen trockenen, warmen, humusreichen, lockeren Boden, welcher nicht unmittelbar oder nur mit verrottetem Mist gedüngt werden soll.

Der Anbau geschieht durch die jungen Zwiebeln, welche vom Herbst bis zum Frühjahr je 3—5 an den älteren sich ansetzen und Ende August bis Anfang September 3″ von einander, ½′ tief gelegt werden. Die Blumen werden, sobald sie zum Vorschein

gekommen, abgeschnitten, die Narben herausgepflückt und auf Sieben getrocknet. Nach 3—4 Jahren werden die Safranpflanzungen neu angelegt.

Im ersten Jahre ist der Ertrag gering (1—2 Pfund), im zweiten und dritten durchschnittlich 16 Pfund per Joch (ebensoviel Kilogramm per Hektar, halbsoviel preußische Pfund per Morgen), wovon beim Trocknen $^1/_5$—$^1/_6$ zurückbleibt.

§. 160.

Karbe.

Familie der Karbenartigen, Dipsaceae.

Kräuter, selten Sträucher mit entgegengesetzten, nebenblattlosen Blättern. Die am Grunde von einem Spreublättchen begleiteten Blüthen sind zu einem Köpfchen vereinigt und dieses mit einer vielblätterigen Hülle versehen. Der Kelch ist doppelt: der äußere einblätterig, frei, ganz oder in schmale, borstenartige Streifen getheilt; der innere mit dem Fruchtknoten verwachsen, seine Mündung ganzrandig oder getheilt. Die Blumenkrone ist einblätterig, röhrig, vier- bis fünftheilig. Staubgefässe 4, an der Kronenröhre befestigt.

Der Fruchtknoten ist ein unterer, einfächerig, eineiig. Griffel und Narbe einfach. Die trockene, nicht aufspringende Frucht ist von der inneren Kelchmündung gekrönt und vom äußern Kelch umhüllt. Der hängende Samen enthält einen hängenden Embryo in einem dünnen, fleischigen Eiweißkörper.

Die Dipsaceen haben ihren Hauptverbreitungsbezirk im wärmeren Theile der gemäßigten Zone.

Die Karbe, Dipsacus.

Der Boden des Blüthenköpfchens ist mit stechenden Spreublättchen besetzt, die Hülle neun- bis fünfzehnblätterig, strahlig. Die innere Kelchmündung ganz. Die Krone trichter-röhrenförmig, mit aufrechtem, vierspaltigem Saume, die Lappen etwas ungleich. Die Staubgefässe am Grunde der Kronenröhre befestigt, mit den Lappen abwechselnd. Die Schließfrucht, 4 kantig, vom innern Kelche gekrönt.

Die Weberkarbe, D. Fullonum L.

Die Wurzelblätter sehr groß, länglich, ungleich gekerbt, ihre Mittelrippe oft stachlig. Der Stempel 5—6′ hoch, ästig, stachlig, die Stengelblätter gegenüber, am Grunde zusammengewachsen. Die

endständigen Blüthenköpfe fast eigroß, von dichtstehenden, bleichröthlichen Blüthen bedeckt, zwischen welchen die länglichen, steifen, an der Spitze umgebogenen, scharfhackigen Spreublättchen stehen. Die Hüllblätter sind wagrecht ausgebreitet. Zweijährig, im zweiten Sommer blühend.

Die Heimath der Weberkarde ist das südliche Europa. Bei uns kommt sie nur hie und da verwildert vor. Sie gedeiht am besten in einem milden, vor rauhen Winden geschützten Klima, in tiefgründigem, humusreichem, lockerem Boden, der reichlich, jedoch nicht frisch gedüngt seyn soll.

Die Pflanzen werden entweder in Beeten aufgezogen und im August, September auf das Feld verpflanzt oder die Saat wird unmittelbar im Juli, August in 18—21″ abstehenden Reihen bestellt, wobei die Pflanzen sicherer überwintern. Während des Wachsthums wird zu dichter Stand gelichtet, das Unkraut gejätet, die Zwischenräume behackt. Von den Seitentrieben läßt man nur die 2—4 stärksten stehen, die schwächeren oder spät austreibenden werden abgebrochen. Die Blätter werden am Grunde aufgeschlitzt, damit sich in denselben das Wasser nicht sammeln kann.

Die Köpfe werden, wenn sie in voller Blüthe stehen, mit 6″ langen Stielen abgeschnitten. Da die Köpfe sich nicht gleichzeitig entwickeln, so muß die Ernte oft durch 8 Wochen fortgesetzt werden, gewöhnlich von Mitte August bis Mitte September.

Die Köpfe werden an luftigen Orten zum Trocknen aufgehängt und dann nach ihrer Größe sortirt.

Man rechnet durchschnittlich 100,000 Stücke per Joch (= 174,000 Stücke per Hektar = 39,150 per Morgen), wovon $1/5$ 4″ lang (beste Sorte) und je $2/5$ 3″ und 2″ lang sind.

§. 161.

Cichorie.

Familie der Zusammengesetztblüthigen, Compositae (S. oben).

Cichorie, Cichorium.

Die Hüllschuppen stehen in 2 Reihen, die äußeren zu 5, kürzer, zurückgeschlagen, die inneren zu 8, länger, aufrecht. Der Blüthenboden nackt oder seichtgrubig. Alle Blüthen sind zungenförmige

Halbblümchen. Die Schließfrucht ist von 2 Reihen kurzer, stumpfer Schüppchen gekrönt.

Die gemeine Cichorie, Wegwarte, Cichorium Intybus L.

Der Stengel rauh, sparrigästig, die Wurzelbätter länglich, stumpf, schrotsägezähnig, in einen gerandeten Blattstiel herablaufend, die Stengelblätter kleiner, lappig zerschnitten. Die Blüthenköpfe zu 2—3 in den Blattwinkeln, der mittlere stiellos, die seitlichen gestielt, die Blumen blaßblau, selten weiß. Zweijährig.

Die Cichorie wächst in ganz Europa und Sibirien wild an Wegen, Schutthaufen, überhaupt an trockenen, steinigen Orten. Erst durch Kultur wird ihre holzige, bittere, spindelförmige Wurzel, die 2′ tief in den Boden dringt, fleischig-saftig und deßhalb als Kaffeesurrogat gebaut. Sie verlangt einen tiefgründigen, sehr humusreichen, gutgelockerten, nicht zu trockenen Boden, wenn sie reichlichen Ertrag liefern soll.

Sie wird so zeitig als möglich im Frühjahr breitwürfig oder in 1′ abstehenden Reihen gesäet, während des Wachsthums gejätet, nach Bedürfniß gelichtet und behackt.

Die Ernte, welche im Spätherbst vorgenommen wird, liefert 100—140 Centner frische Wurzeln per Joch (oder 9700—13,600 Kilogramm per Hektar = 53—74 Centner per Morgen preußisch), welche beim Trocknen $\frac{1}{4}$ Rückstand geben.

Bemerkung zu den colorirten Tafeln.

I. Unter Bezugnahme auf das von uns in §. 109 über Massebildung in den Pflanzen Gesagte geben wir hier eine die Vertheilung einiger organischer Stoffe im Samen (hier verschiedener Varietäten von Zea Mays) versinnlichende, dem report of patent office of Washington entnommene Darstellung. Es ist klar, daß die Farben in den Samendurchschnitten nur das vorzüglichste Vorkommen der damit bezeichneten Verbindung in diesem Theile anzeigen sollen.

II. und III. Mit Verweisung auf unsere ebenfalls unter Massenbildung vorkommende Analyse verschiedenen Schichten des unterirdischen mit Stärkmehl besonders angefüllten Kartoffelastes (Knollen) halten wir eine weitere Erklärung für überflüssig, ausgenommen, daß die Farben ebenfalls nur das Vorkommen der größten Menge gerade des damit bezeichneten Stoffes in diesem Theile anzeigen. Ebenso ist angenommen, als wenn alle Augen des Kartoffels in die Schnittfläche fielen.

IV. A. zeigt die wässerige Markschichte, zu den Augen gehend, uncolorirt;

B. Ein Kartoffelauge mit Knospen und Langschnitt;

a. Hauptknospe;

b. c. Reserveknospen (n. Schacht).

V. Da das Lupulin am Hopfen eine so große Rolle spielt, so haben wir eine weitere Untersuchung hier vornehmen zu sollen geglaubt.

Man ist gewohnt, den Werth des Hopfens nach seinem Gehalt an Lupulin zu schätzen. Der ungeschickt gewählte Ausdruck verführt dazu, es für einen ganz besonderen Stoff zu halten. Andere im

Gegentheil erklärten es gleich fälschlich ganz für eine Drüse, wieder andere für einen mit Querwand versehenen besonders organisirten Stoff ꝛc.

Das Lupulin ist nichts als ein Harztröpfchen von der durchschnittlichen Größe eines Pollenkügelchens. Es wird aus den Zellen des Blattes, welche das mit ätherischem Oel verbundene Harz enthalten, ebenso gut wie aus der Blüthenschuppe, aus letzterer reichlicher und größer, abgeschieden, verharzt allmählig an der Luft, verliert sein Oel, schrumpft zusammen und wird dann eckig und scharfkantig, indem es sich bräunt.

Aus vielen im Nachstehenden erörterten Erscheinungen schließen wir, daß das Lupulin, das Hopfenharzöl, wohl aromatisch und gewürzhaft, mildreizend und erregend im Biere wirkt, obgleich bei der Gährung sehr viel, insbesondere vom Harz, wieder ausgeschieden wird, aber die eigentlich erhaltende Kraft, das zur Klärungs- und Gährungsverlangsamung besonders Wirksame ist die dem Hopfen eigene Gerbsäuremodifikation, die wohl vom Harze und Oele gleichfalls in ihrer Wirkung sehr gemildert wird.

Wenn die Lupulin genannten Harztröpfchen der Schuppen und Blüthenblätter des Hopfens durch das Schwefeln nicht alterirt werden, das Lupulin der an der Luft gebliebenen in den Schuppen bereits zu humificiren beginnenden Zapfen unverändert, ölreich und selbst aromatisch blieb, ohne mehr zum technischen Gebrauch verwendbar zu seyn — wenn sie sich in kochendem Wasser nicht lösen, die höchstens damit gebildete Emulsion bei der Gährung unter Ausscheidung des Harzes sich wieder verliert, so muß den Bestandtheilen der Schuppen selbst, wohl vorzüglich auch dem G e r b e s t o f f die größere Bedeutung beim Brauen zufallen.

„Die Gallussäure und viele andere Stoffe lassen sich in ihrer wässerigen Lösung unverändert aufbewahren, die kleinste Menge freies Alkali ertheilt aber diesen Materien die Fähigkeit, Sauerstoff anzuziehen und sich, häufig unter Entwicklung von Kohlensäure, in braune humusähnliche Substanzen zu verwandeln." (Chevreul sec. Liebig Agrikulturchemie S. 413.)

Frischer Hopfen, in eine sehr verdünnte Kalilauge (5 Kub.-Centim. auf 100 Kub.-Centim. Wasser) eingeweicht und dann der Luft ausgesetzt — neben wie gewöhnlich behandeltem — färbte sich rasch braun.

Fünf Monate im Freien (Winter!) hängen gebliebener wilder Hopfen enthält mehr flüssiges Oel in den Lupulinkügelchen, als in warmen Lokalen aufbewahrter desselben Alters und von kultivirten Arten stammend! Dennoch war er braun geworden und zum Brauen durchaus unbrauchbar! Die Gerbsäure des jungen Hopfen wird im Alter allmählig in Humussäure übergeführt, das Mildernde als Oel ist verschwunden, also ist er unbrauchbar.

Aetzende Alkalien ziehen aus dem Lupulin den flüssigen Inhalt, die Lösung gelbfärbend, allmählig aus. Zurückbleibt das Lupulinkügelchen in unveränderter Form, die harzige Hülle wird etwas zusammenhängender, an andern Hüllen hellgelb. Mit Eisenchlorid behandelt, bildet sich ein schwarzer Niederschlag.

Das Alkali neutralisirt, läßt den gerbsäurehaltigen Inhalt der Kügelchen wieder aus emulsiver Trübung fallen. Dieser Stoff löst sich vollkommen in Alkohol und gibt mit Eisen wieder einen Niederschlag. Nicht so von der Emulsion abfiltrirte Flüssigkeit. Ob also gerbsaures Alkali?

Durch Kochen wird das Lupulin undurchsichtig, mehr schwefelgelb, aufgelockert. Nunmehr gepreßt, läßt es seinen Oelinhalt so fein vertheilt fahren, daß man eine Emulsion erhält. Immer aber bleibt die Harzhülle. Bekanntlich ist nach dem Brauen (Sieden der Würze mit Hopfen, dann Auspressen des letzteren), das Lupulin noch in den Zapfen sichtbar.

Tafel III. zeigt:

a. ein Lupulinkügelchen aus frischen Hopfendolden (Zapfen) nach dem Kochen mit Alkohol (Vergr. $^{540}/_{1}$).

Die rautenförmigen Erhabenheiten färben sich nach Schwefelsäureeinwirkung mit Jod dunkelbraun, nie blau.

b. Ein Lupulinkügelchen im frischen Zustande von Hopfen, der im Freien hing bis Februar.

c. Ein Lupulinkügelchen unter dem Mikroskop gepreßt, so daß der Oelinhalt aus der harzigen Hülle ausspritzt.

d. Ein Lupulinkügelchen mit Aether längere Zeit gekocht; es ist nur mehr eine dünne Harzhülle geblieben.

e. Stück einer Schuppe des Hopfenzapfens, im Begriff zu humificiren. Solche Stücke werden durch Schwefeln nicht mehr afficirt.

f. Mit Wasser andauernd gekochtes, dann zerplatztes Lupulin (Spalter Hopfen!).

aa. Oelkügelchen, welche die Emulsion bilden.
g. Frisches Lupulinkügelchen von Spalter Hopfen.
h. Zweijähriges Lupulinkügelchen, am Rande eingeschrumpft.
i. Lupulinkügelchen von 16 Jahre altem Hopfen.
Tafel VI.
a. 6 Monate altes Hopfenzapfenblatt (Wollenzach).
b. 1 Jahr altes.
c. 6 Monate alt und geschwefelt.
d. 16 Jahre altes, nur in Stücken vorhanden.
e. Grünes Hopfenblatt mit Lupulin auf der Rückseite.
f. Oberhaut dieser Seite, vergrößert.
aa. Lupulin.
bb. Haare.

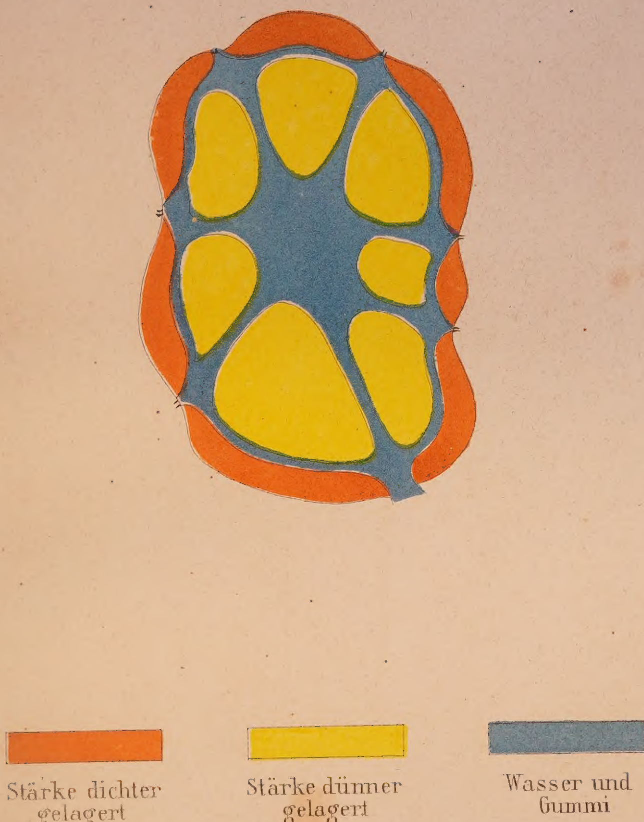
Anm. Nach Prof. Dr. Wagner wird auf schweflige Säure, die durch das Schwefeln des Hopfens in diesen kommt, wenn der Hopfen nicht schon zu alt ist, am besten durch Nitroprussidnatrium gesucht, dessen Lösung durch die geringste Menge eines Alkalischwefelmetalls, wie Schwefelkalium oder Schwefelammonium, prächtig purpurroth gefärbt wird.

Man gießt bei der Ausführung eine Lösung von Nitroprussidnatrium, die so verdünnt ist, daß sie nur noch schwach bräunlich gefärbt erscheint, in ein kleines Becherglas und setzt einige Tropfen Kalilauge zu. Sonst wird nach Heidenreichs Methode verfahren, indem man den zu prüfenden Hopfen mit einigen Stückchen Zinkblech in einen Kolben bringt, mit verdünnter Salzsäure übergießt und das sich nun entwickelnde Gas in die alkalisch gemachte Nitroprussidnatriumlösung leitet. Hat das sich entwickelnde Wasserstoffgas nur ein Minimum von Schwefelwasserstoffgas beigemengt, so entsteht in der Flüssigkeit gleich ein violettes Wölkchen, welche Farbe immer prächtiger wird.

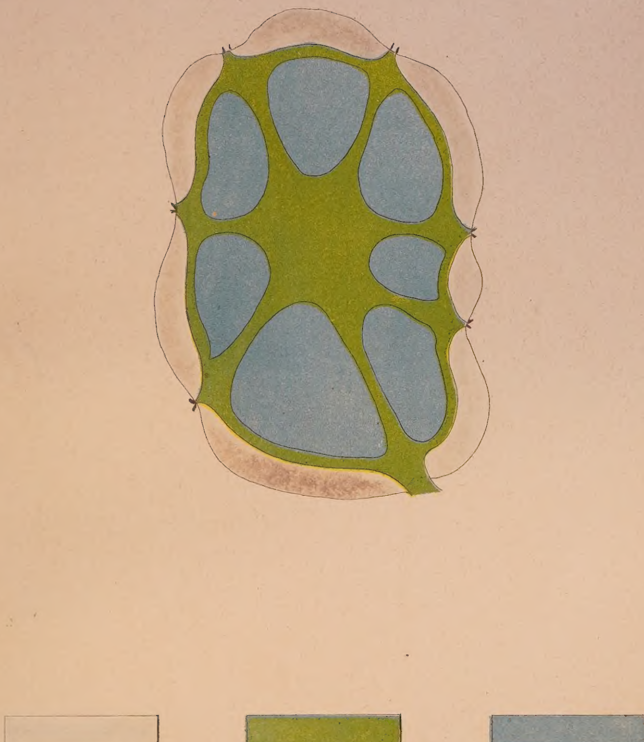


Phosphate — Dextringummi und Stärke — Fett, Kleber und Stärke

Tab. II.


Stärke dichter gelagert
Stärke dünner gelagert
Wasser und Gummi

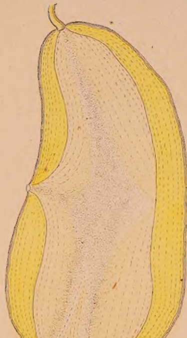
Tab. III.



B



A



Tab. V.



a



b



c



d



e



f



g



h



i

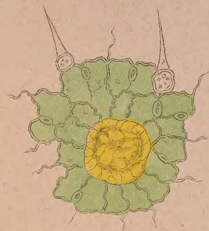
Tab. VI.


a


b


c


d


f


e